



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Valmet Pulp Expertin käyttöönotto

Pekka Kinnunen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2017
Biotuote- ja prosessitekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Biotuote- ja prosessitekniikka

PEKKA KINNUNEN:
Valmet Pulp Expertin käyttöönotto

Opinnäytetyö 58 sivua, joista liitteitä 18 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ottaa käyttöön Metsä Board Kyron uusi Valmet Pulp Expert. Valmet Pulp Expert on automaattinen on-line analysaattori. Uusi analysaattori korvaa BM1:llä käytössä olleen vanhan Pulp Expertin. Tavoitteena oli suorittaa käyttöönottoon liittyvät kalibroinnit ja tehdä kalibrointi- ja huoltosuunnitelma käyttöönoton jälkeen. Käyttöönotto suoritettiin yhdessä Valmet Automation Oy:n Product Specialist Tapani Virekosken kanssa. Laitteen huolto suunniteltiin tehtäväksi kahdesti viikossa, jonka lisäksi analysaattorin kuivatustassulle tarvitaan yksi ylimääräinen viikoittainen pesu. Valmet Automationin tekemiä vuosihuoltoja tai niiden ajankohtaa ei tässä työssä suunniteltu.

Uuteen analysaattoriin tuli kymmenen automaattista näytelinjaa, kun vanhassa niitä oli vain kaksi. Näytelinjojen lisääminen mahdollistaa massojen laajemman analysoinnin. Analysaattori mittaa massasta sakeuden, suotautuvuuden ja vaaleuden. BM1:n määrässä päässä työskentelevät operaattorit voivat ohjata analysaattorin tekemään näytteitä halumassaan järjestyksessä. Analysaattorin tulokset tulevat BM1:n määrän pään valvomossa olevalle etäpäätteelle, ja prosessinhoitajat voivat käyttää tuloksia apunaan prosessinohjauksessa. Analysaattorin vaikutus kartongin laadunhallintaan selviää pidemmällä aikavälillä.

Opinnäytetyössä on esitelty Valmet Pulp Expertin ja sen automaattisten näytelinjojen toiminta. Lisäksi opinnäytetyössä on esitetty analysaattorin käyttöönottoprosessi ja kalibrointien korrelaatiokuvaajat.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bioproduct and Process Engineering

PEKKA KINNUNEN:
The Commissioning of Valmet Pulp Expert

Bachelor's thesis 58 pages, appendices 18 pages
April 2017

The target of the thesis was to commission the new Valmet Pulp Expert for Metsä Board Kyro. Valmet Pulp Expert is an automated on-line analyzer. The new analyzer replaces the old Pulp Expert used at BM1. The goal was to carry out the calibrations related to the commissioning and to perform a calibration and maintenance plan. The commissioning was carried out together with the Product Specialist Tapani Virekoski of Valmet Automation. The maintenance of the appliance was planned to be conducted twice a week, and one additional weekly washing was needed for the analyzer dryer. The timing of the annual maintenance made by Valmet Automation is not planned in this work.

The new analyzer came with 10 automatic sampling lines when the old one had only two. The addition of sample lines allows a wider analysis of the pulps. The analyzer measures the consistency, drainability and brightness of the pulp. Operators who are working at BM1 wet end can control the analyzer to analyze different pulps in desired order. The analyzer results appear on a remote monitor at the BM1 wet end control room, and operators can use the results to help the process control. The impact of the analyzer on the quality control will be shown over the longer term.

The thesis presents the operation of Valmet Pulp Expert and its automatic sampling lines. In addition, this thesis presents the commissioning process and the correlation graphs.

Key words: introduction, analyzer, consistency, drainability, brightness

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	VALMET PULP EXPERT.....	8
	2.1 Pulp Expertin historia	8
	2.2 Perusyksikkö	8
	2.3 Analysaattorin pääosat	9
	2.4 Toiminta.....	9
	2.4.1 Näytteen käsittely.....	10
	2.4.2 Arkin muodostus ja käsittely.....	13
3	KOULUTTAUTUMINEN VALMET PULP EXPERTIIN.....	16
	3.1 Vanhaan Pulp Expertiin tutustuminen	16
	3.1.1 Vanhan Pulp Expertin huolto	16
	3.1.2 Vanhan Pulp Expertin kalibrointi.....	17
	3.2 FAT-testi	17
4	MASSAN OMINAISUUDET	19
	4.1 Sakeus	19
	4.2 Vaaleus.....	20
	4.3 Suotautuvuus.....	20
5	NÄYTELINJAT	21
	5.1 Näytteenottimet.....	21
	5.2 Automaattisten näytelinjojen toiminta.....	22
	5.3 Käsinäytteen testaus.....	25
6	VALMET PULP EXPERTIN KALIBROINTI.....	26
	6.1 Kyt kentöjen tarkistus	26
	6.2 Näytelinjojen ajastus.....	26
	6.3 Tulosten vertailu	27
	6.4 Vaaleuden kalibrointi.....	29
	6.5 Kuivaintassun säätäminen.....	32
	6.6 Sakeuden kalibrointi	32
	6.7 Freeness/Schopper-kalibrointi	34
7	HENKILÖSTÖN KOULUTUS	37
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	38
	8.1 Tulokset.....	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	41
	Liite 1. Pulp Expert valvomopäätteen käyttöohje	41
	Liite 2. Pulp Expertin näytteenottimien sijainnit kentällä	46

Liite 3. Näytearkkien kerääminen vaaleuden kalibrointiin	56
--	----

ERITYISSANASTO

BM1	Kartonkikone
CTMP	Kemimekaaninen massa
Freeness (CSF)	Suotautuvuutta kuvaava arvo, käytössä usein mekaanisilla massoilla
Hiomo	Puusta hiomalla mekaanista massaa valmistava laitos
Korrelaatio	Kuvaa kahden muuttujan välistä riippuvuutta
Märkää	Perälaatikon ja viiraosan muodostama paperikoneen osa
PM3	Tapetin pohjapaperia valmistava kone
Schopper-Riegler (SR)	Suotatuvuutta kuvaava arvo, käytössä usein kemiallisilla massoilla

1 JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena on ottaa käyttöön Metsä Board Kyron BM1:lle tuleva uusi Valmet Pulp Expert. Valmet Pulp Expert on automaattinen on-line analysaattori, jolla voidaan analysoida kemiallisen-, mekaanisen- ja kierrätysmassan ominaisuuksia. Laitteen perusyksikkö mittaa massan sakeuden ja suotautuvuuden, lisäksi muita mittauksia voidaan lisätä tarvittaessa. Tehtävänä on uuden Pulp Expertin käyttöönottoon liittyvien kalibrointien läpivienti, sekä käyttöönoton jälkeisten huoltojen ja kalibrointien suunnittelu. Päävastuu laitteen käyttöönotosta on Valmet Automation Oyj:llä, mutta opinnäytetyön toimeksiantajana on Metsä Board Kyro.

Tässä opinnäytetyössä Valmet Pulp Expertistä käytetään pääasiassa nimitystä analysaattori. Metsä Board Kyron tehtaalla oli ennen uuden Valmet Pulp Expertin tuloa 3 Pulp Expertiä, joista vain BM1:llä oleva Pulp Expert oli käytössä. Kaksi muuta Pulp Expertiä poistuivat käytöstä, kun hiomo ja PM3 lopettivat toimintansa syksyllä 2016. Vanhat analysaattorit olivat Pulpexpert Oy:n valmistamia, mutta Valmet Automation Oy on sittemmin ostanut Pulpexpert Oy:n. Uusi Valmet Pulp Expert tulee korvaamaan tällä hetkellä BM1:llä käytössä olevan vanhan Pulp Expertin. Siihen kytketään kymmenen automaattista näyttelinjaa, kun vanhassa Pulp Expertissä niitä oli vain kaksi. Näytelinjojen lisäys mahdollistaa massojen laajemman analysoinnin.

Työn tarkoituksena on kouluttaa prosessinhoitajat käyttämään Valmet Pulp Expertiä ja hyödyntämään sen antamia tuloksia prosessin hallinnassa. Prosessinhoitajille ja kunnossapidon henkilöstölle järjestetään koulutuksia Valmet Pulp Expertin käyttöön ja huoltoon liittyen osana laitteen käyttöönottoa. Tähän työhön kuuluu myös prosessinhoitajille tarkoitettu lyhyt ohjeisto Valmet Pulp Expertin valvomopäätteen käytöstä. Ohjeistoon liitetään valokuvat näyttöpäätteen tärkeistä sivuista, ja opastetaan prosessinhoitajia niiden käytössä.

Työn tavoitteena on taata Valmet Pulp Expertin toiminta ja kunnossa pysyminen käyttöönoton jälkeen. Tämä toteutetaan säännöllisillä huolloilla ja laitteen kalibroinneilla. Huoltosuunnitelma on suunniteltu yhdessä kunnossapitäjien, laboratoriohenkilökunnan, kartonkikoneen käyttöpäällikön ja Valmetin tuotespecialistin kanssa.

2 VALMET PULP EXPERT

2.1 Pulp Expertin historia

Pulp Expert Oy on perustettu Varkaudessa vuonna 1990, perustajana Olavi Lehtikoski. Yhtiö myytiin Metso Automation Oy:lle lokakuussa vuonna 2001. Pulp Expert analyysaattoreita alettiin valmistamaan Valmet Automation Oy:n nimissä keväällä 2015, kun Valmet Automation Oy osti Metso Automation Oy:n. Valmet Pulp Expertin tuotepäällikkönä toimii Kari Tullila. (Virekoski 2017)

2.2 Perusyksikkö

Valmet Pulp Expert on automaattinen on-line analysaattori kemiallisen ja mekaanisen sekä kierrätysmassan ominaisuuksien mittaamiseen. Rakenne on modulaarinen ja mittauksia voidaan lisätä sen ollessa tarpeellista. Perusyksikkö mittaa suotautuvuutta (CSF, SR°) ja sakeutta (C). Valmet Pulp Expert on havainnollistettu kuvassa 1. (Valmet 2015, 9)



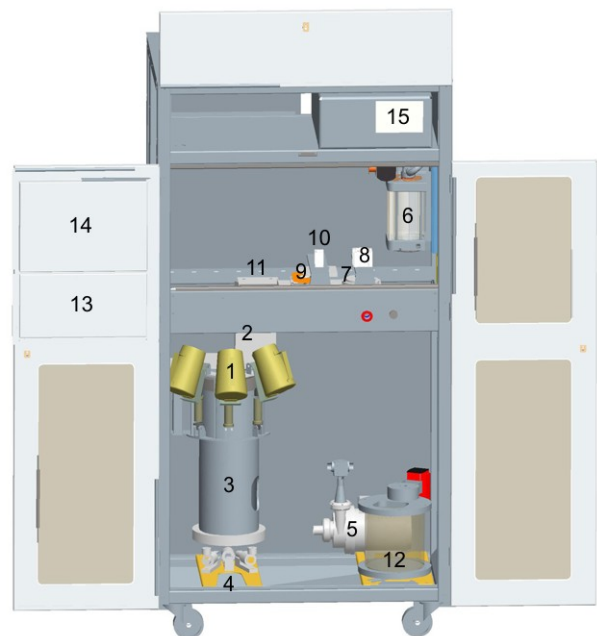
KUVA 1. Perusyksikkö (Valmet 2015, 9)

2.3 Analysaattorin pääosat

Kaikki analysaattorin pääosat ovat sijoitettuina laitekaappiin. Analysaattorin pääosat ovat esitetty kuvassa 2. Laitekaappi on jaettu kahteen osaan, ylemmässä osassa on arkkimuotti sekä arkin käsittely ja alemmassa suodossäiliö sekä näytteenkäsittely. (Valmet 2015, 9)

Laitteen pääosat ovat seuraavat:

1. Näytekannu
2. Automaattinen näytteenottoventtiili
3. Näytesäiliö
4. Näytevaaka
5. Näytepumppu
6. Arkkimuotti
7. Kuivain
8. Märän arkin siirtokäsi
9. Arkkivaaka
10. Kuivan arkin siirtokäsi
11. Pulperi
12. Suodossäiliö
13. Etupuolinen näppäimistö
14. Etupuolinen näyttö
15. Tietokone



KUVA 2. Analysaattorin pääosat (Valmet 2015)

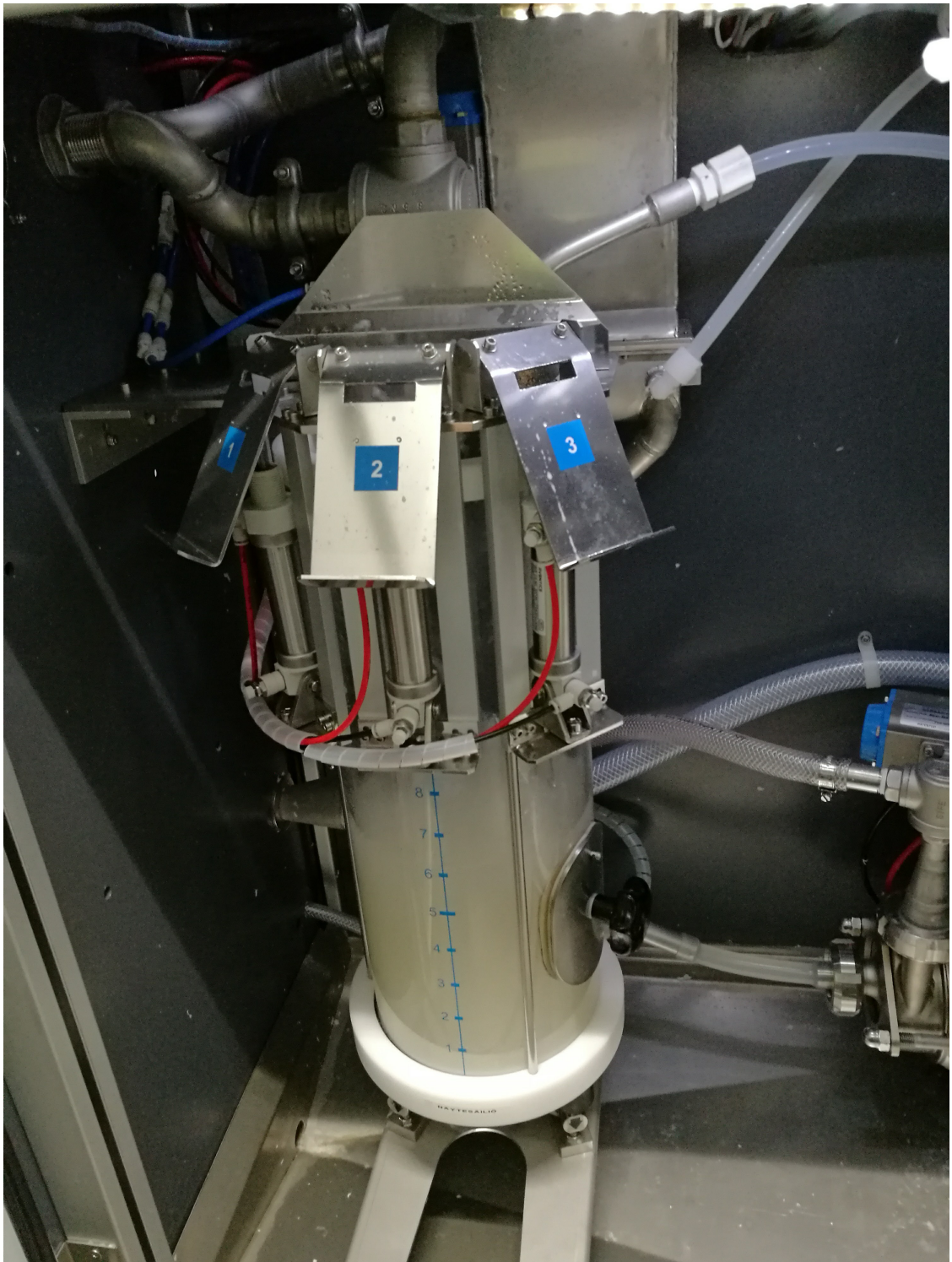
2.4 Toiminta

Näyte otetaan näytesäiliöön automaattiselta näytteenottolinjalta tai näytekannusta. Laite punnitsee näytteen, laimentaa sen sopivaan sakeuteen ja sekoittaa näytteen. Arkkimuotti tekee näytteestä arkin suodattamalla. Arkin suotautuvuudesta tehdään suotautuvuus-käyrä, jota käytetään Canadian Standard Freeness-luvun, sekä Schopper-Riegler-luvun laskentaan. Suodatuksessa syntynyt arkki kuivataan lämmön ja alipaineen avulla. Kui-

vattu arkki punnitaan ja alkuperäisen näytteen sakeus lasketaan kuivan arkin painosta ja alkuperäisen näytteen sekä laimennusveden määrästä. Kuiva arkki pulpperoidaan ja viemäroidään analysoinnin jälkeen. Samasta näytteestä tehdään useampia arkkeja yllä mainitulla tavalla, ennen kuin näytesäiliö tyhjennetään, huuhdellaan ja otetaan seuraava näyte käsittelyyn. (Valmet 2015, 10)

2.4.1 Näytteen käsittely

Näyte otetaan analysaattorin näytesäiliöön automaattiselta näytteenottolinjalta tai näyte-kannusta. Näytesäiliössä näyte punnitaan, laimennetaan ja sekoitetaan. Punnituksen jälkeen tietokone laskee kuinka paljon laimennusvettä näytesäiliöön tarvitaan. Jotta tietokone pystyy laskemaan tarvittavan laimennusveden määrän, analysaattoriin on syötettävä oletettu laimentamattoman näytteen sakeus. Laimentamattoman näytteen sakeus saadaan kartongin valmistusprosessissa olevista on-line mittareista. Näyte laimennetaan noin 0,25% sakeuteen, jotta se saadaan nopeasti läpi arkkimuotista. Laimennusvesi syötetään näytesäiliöön näyteventtiilin kautta. Näyte sekoitetaan syöttämällä näytesäiliöön ilmaa näytesäiliön pohjasta. Kuvassa 3 on näytesäiliössä oleva punnittu, laimennettu ja sekoitettu näyte. Punnituksen, laimennuksen ja sekoituksen jälkeen, näyte annostellaan näytepumpulla arkkimuottiin. Näytepumppu on esitetty kuvassa 4. (Valmet 2015, 11; Virekoski 2016a)



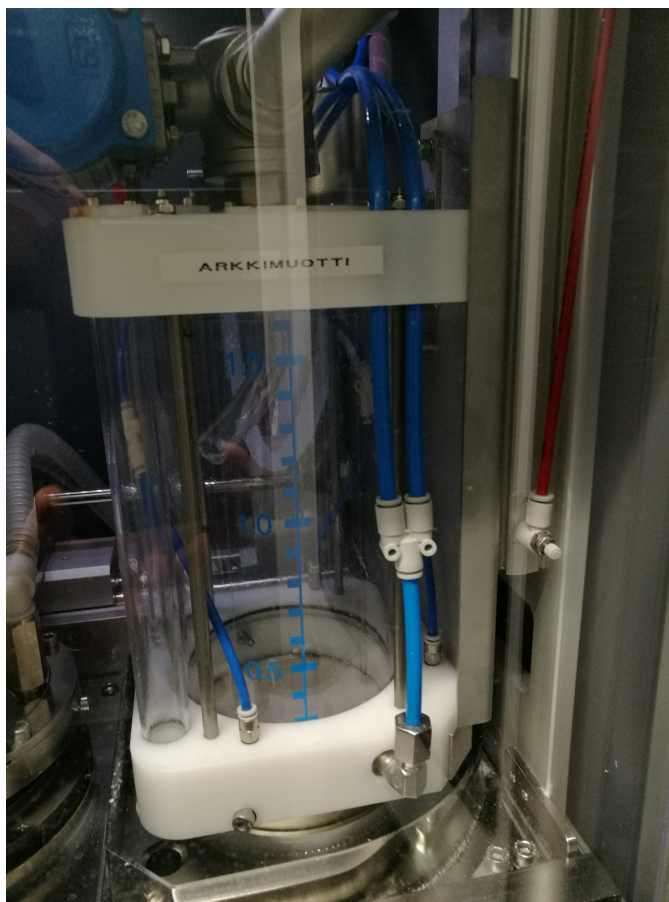
KUVA 3. Punnittu, laimennettu ja sekoitettu näyte näytesäiliössä



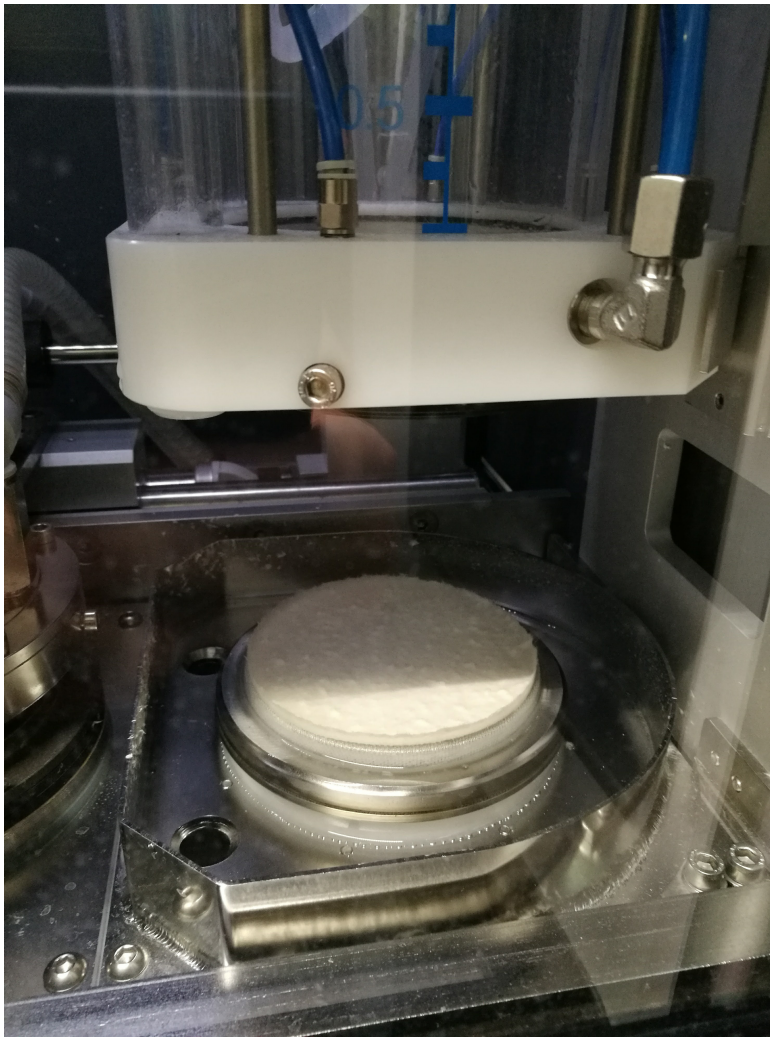
KUVA 4. Näytepumppu

2.4.2 Arkin muodostus ja käsittely

Laimennettu näyte annostellaan arkkimuottiin, joka tekee näytteestä arkin. Arkkimuotti on esitetty kuvassa 5. Arkin muodostuksessa massasulppu suodatetaan arkkimuotin pohjassa olevan viiran lävitse. Viirakankaan pinnalle muodostuu märkä näytearkki, joka kuivataan myöhemmässä vaiheessa. Märkä näytearkki on esitetty kuvassa 6. Suodatuksen aikana pinnankorkeustieto tallennetaan ajan funktiona. Tätä tietoa käytetään yhdessä arkin painon ja suodatuslämpötilan kanssa Canadian Standard Freeness-arvon sekä Schopper-Riegler -luvun laskentaan. (Valmet 2015, 12)

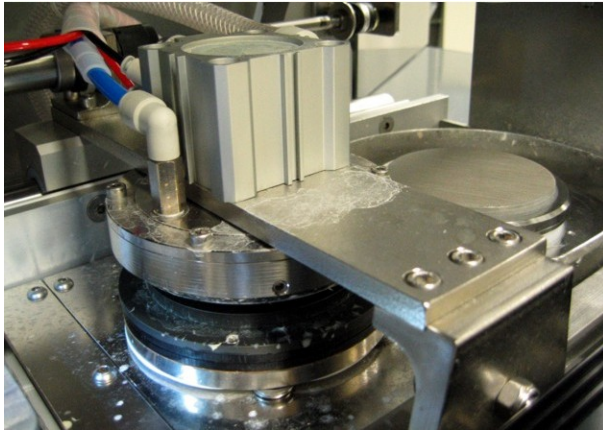


KUVA 5. Arkkimuotti



KUVA 6. Arkkimuotin viirakankaan pinnalla oleva märkä näytearkki.

Näytearkin muodostuksen jälkeen märän arkin siirtokäsi siirtää sen kuivaimelle. Märän arkin siirtokäsi ja kuivain on esitetty kuvassa 7. Kuivatukseen käytetään lämpöä sekä alipainetta. Siirtokäsi pysyy näytearkin päällä koko kuivatuksen ajan. Kuivatus kestää noin 2,5 minuuttia. Kuivatuksen lämpötilaa, alipainetta, aikaa ja siirtokäden puristusta voidaan säätää tarpeen mukaan. Kuivatuksen vaatimiin ominaisuuksiin vaikuttaa näytearkin paino, tiheys ja hienoaineen määrä. Paksu näytearkki vaatii pidemmän kuivatusajan ja korkeamman lämpötilan. Jos arkki sisältää paljon hienoainetta, voidaan kuivatuksen lämpötilaa ja siirtokäden puristusta laskea, jottei näytearkki jää kiinni kuivaimen. (Valmet 2015, 12; Virekoski 2016)



KUVA 7. Kuivaimen päällä oleva märän arkin siirtokäsi (Kuva: Valmet 2015)

Kuiva näytearkki siirretään kuivan arkin siirtokädellä arkkivaa'alle ja punnitaan. Arkkivaaka on esitetty kuvassa 8. Sakeus voidaan laskea, kun tiedetään alkuperäisen näytteen, laimennusveden ja arkin paino sekä paljonko näytettä otettiin näytesäiliöstä arkin tekemiseen. Ensimmäistä arkkia käytetään vain sakeuden määrittämiseen ja muut mittaukset tehdään seuraavista arkeista. (Valmet 2015, 12)



KUVA 8. Näytearkki arkkivaa'alla (Kuva: Valmet 2015)

Arkin punnituksen jälkeen arkille voidaan tehdä erilaisia optisia mittauksia, kuten vaa-leuden määrittäminen. Kun kaikki mittaukset on suoritettu arkki siirretään pulpperiin, josta massa voidaan viemäroidä tai palauttaa takaisin prosessiin. (Valmet 2015, 12; Virekoski 2016a.) Automaattinen näytteenotto on esitetty luvussa 5.2 ja käsinäytteen testaus luvussa 5.3

3 KOULUTTAUTUMINEN VALMET PULP EXPERTIIN

3.1 Vanhaan Pulp Expertiin tutustuminen

Metsä Board Kyrolla oli ennen uuden Valmet Pulp Expertin tuloa 3 Pulp Expertiä. Uusi analysaattori hankittiin korvaamaan BM1:llä käytössä oleva analysaattori. Kaksi muuta analysaattoria olivat hiomossa ja PM3:lla. Nämä kaksi analysaattoria eivät kuitenkaan olleet enää toiminnassa kun uusi Valmet Pulp Expert saapui tehtaalte. Hiomon ja PM3:sen analysaattorit jäivät ylimääräisiksi samalla kun hiomo ja PM3 ajettiin alas aiemmin syksyllä 2016.

BM1:llä käytössä oleva analysaattori sijaitsi märänpään valvomoon rakennetussa huoneessa. Vanhaan analysaattoriin tuli näytelinjat jauhetusta mänty- ja koivusellusta. Näytteitä analysoitiin vuorotellen molemmista näytelinjoista. Yhdestä näytelinjasta tehtiin aina kolme näytearkkia. Analysoinnin jälkeen Pulp Expert keräsi näytearkit säiliöön, jota prosessinhoitajat tyhjensivät päivittäin. Pulp Expertin analysoimat näytearkit hävitettiin. Analysaattorin mittaamat tulokset näkyivät sen kyljessä olevassa näytössä, sekä märänpään valvomon pöydällä olevalla etänäyttöpäätteellä.

3.1.1 Vanhan Pulp Expertin huolto

Vanhaan analysaattoriin tehtiin viikkohuolto kahdesti viikossa, maanantai ja perjantai aamuisin. Siihen kuului kaikkien laitteen osien liikkeiden läpikäyminen ja oikeiden liikeratojen varmistus. Paineilmaejektorin pudistettiin ja voitelua tarvitsevat osat voideltiin tarvittaessa. Näytesäiliö, arkkimuotti, näytepumppu sekä niiden väliset linjat pestiin kierrättämällä pesuvettä niiden lävitse noin 30 minuutin ajan. Pesuveden kiertäessä laitteessa, arkin siirtokäden reikälevykoonta irrotettiin ja pestiin painepesurilla. Muita huoltoja tehtiin tarvittaessa, esimerkiksi jonkun osan rikkoutuessa. Yleisimmät huoltotoimenpiteet viikkohuollon lisäksi kohdistuivat arkkimuotin viiran vaihtoon ja vaaleusmoduulin lampun vaihtoon. (Jokinen 2016)

3.1.2 Vanhan Pulp Expertin kalibrointi

Laitteen kalibrointi ja tulosten paikkansa pitävyys tarkastettiin kerran viikossa. Laitteeseen syötettiin käsikannunäytteet, joista oli laboratoriossa määritetty sakeus, Canadian standard freeness/Schopper-Riegler -arvo ja vaaleus. Käsikannu näytteet olivat hioketta ja mäntysellua, joita oli otettu aiemmin talteen isompi erä. Hiokkeesta oli mitattu sakeus, Canadian standard freeness ja vaaleus, ja mäntysellusta sakeus, Schopper-Riegler-luku sekä vaaleus. Laboratoriossa tehtyjen mittausten jälkeen massat pakastettiin. Hioketta ja mäntysellua sulatettiin joka viikko pieni erä kalibrointimittauksia varten. Kalibroinnissa käytettiin kahta eri massaa, jotta saatiin todettua laitteen tulosten paikkansa pitävyys eri vaaleuksilla ja jauhatusasteilla. (Savisto 2016)

3.2 FAT-testi

Laitetta ja sen ohjelmistoa testataan yleensä ensin laitteen valmistuksessa. Kun laite on valmis, mutta sitä ei ole vielä toimitettu asiakkaalle, sille suoritetaan tehdastesti, eli FAT-testi (factory acceptance test). Kyseinen testi suoritetaan yhdessä toimittajan ja asiakkaan kanssa, toimittajan tai valmistajan tiloissa ennen laitteen kuljetusta asiakkaalle. Testissä simuloidaan koneautomaation mittaukset ja tarkistetaan laitteen ohjelmien ja liikkeiden toimivuus. Testi rajoittuu tekniseen toimivuuteen, eikä laitetta kalibroida vielä tässä vaiheessa. FAT-testi tehdään aina ennen käyttöönoton aloittamista. (Kotanen 2011)

Valmet Pulp Expertin FAT-testi suoritettiin Kajaanissa 18.10.2016. Testiin osallistui opinnäytetyön tekijän lisäksi Jari-Pekka Rantala, joka toimii Metsä Board Kyron BM1 käyttöpäällikkönä. Testin isäntänä toimi Product Specialist Tapani Virekoski, joka suorittaa virallisesti analysaattorin käyttöönoton. Testi aloitettiin tutustumalla Kajaanin Supply Centeriin, jossa Valmet Pulp Expert on koottu. Tutustumiskierroksen jälkeen pidettiin lyhyt esitelmä analysaattorin toiminnasta ja mittauksista.

Metsä Board Kyrolle tulevaan analysaattoriin tutustuminen aloitettiin ohjelmiston ja laitteen liikkeiden toimivuuden tarkastuksella. Laitteen liikkeet todettiin toimiviksi, ja sitä alettiin testaamaan Metsä Board Kyrolta toimitetuilla massoilla. Massoja oli kol-

melta eri sakeus-alueelta. Kahdesta niistä mitattiin sakeuden ja vaaleuden lisäksi SR-lukua, ja yhdestä sakeuden sekä vaaleuden lisäksi CSF-lukua. SR-luku ja CSF-luku osoittavat massan suotautuvuutta. Testissä ei välitetty analysaattorin antamien tuloksien oikeellisuudesta. Testissä riitti, että analysaattori antoi tulokset eri sakeus-, vaaleus-, ja suotautuvuus-alueille. Laitteen kalibrointi ja tulosten oikeellisuus tarkastetaan vasta laitteen käyttöönoton yhteydessä, kun laite on toimitettu Metsä Board Kyrolle.

Massojen testauksen jälkeen käytiin lävitse Testin yhteenveto ja kommentit. FAT-testi todettiin onnistuneeksi ja laite toimivaksi. Kuvassa 9 on Metsä Board Kyrolle tuleva Valmet Pulp Expert FAT-testissä Valmet Automation Oy:n Kajaanin Supply Centerissä.

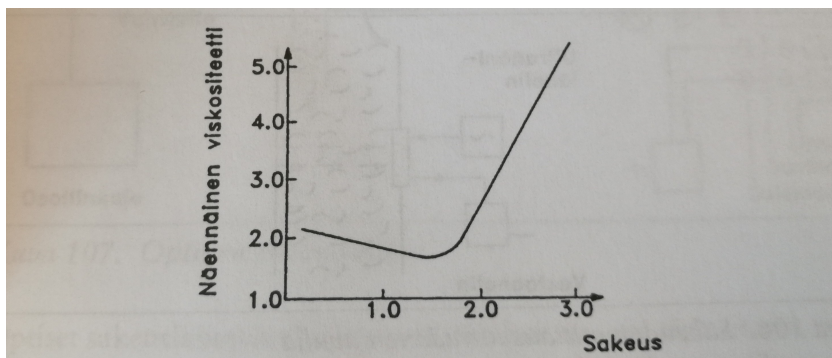


KUVA 9. Valmet Pulp Expert FAT-testissä.

4 MASSAN OMINAISUUDET

4.1 Sakeus

Sakeudella tarkoitetaan usein näennäistä viskositeettia, eli konsistenssia. Teollisuudessa sakeus tarkoittaa nesteen kiintoainepitoisuutta. Erityyppisillä aineilla näennäisen viskositeetin välinen on yhteys on erilainen. Kuvassa 10 on esitetty Paperimassasulpun näennäisen viskositeetin riippuvuus sakeudesta. (Pihkala 2004, 123)



KUVA 10. Paperimassasulpun näennäisen viskositeetin riippuvuus sakeudesta. (Kuva: Pihkala 2004, 123)

Paperimassasulppu on yksi yleisimmistä sakeusmittauksen kohteista. Se on paperikoneen märkäosan merkittävin hallintasuure. Käytännössä sakeudella tarkoitetaan massan kiintoainepitoisuutta, joka pitää sisällään kuidut, hienoaineet ja täyteaineet. On olemassa useita erilaisia paperimassasulppuja, niiden valmistustavasta ja puulajista riippuen. Paperimassasulpun sakeus vaihtelee 0,01% ja 10% välillä. Kuvasta 10 havaitaan, että riittävän sakeilla massoilla sakeutta voidaan mitata näennäisen viskositeetin avulla. Laimeilla massoilla on käytettävä muita menetelmiä. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 149; Pihkala 2004, 123)

Sakeus lasketaan jakamalla kuiva kiintoaine kiintoaineen ja nesteen massalla:

$$sakeus = \frac{\text{kuiva kiintoaine}}{\text{kiintoaine} + \text{neste}}$$

4.2 Vaaleus

Vaaleus merkitsee samaa kuin lähes värittömistä tai värittömistä kappaleista käytetty käsite ”valkoisuus”. Vaaleutta ei pidä sekoittaa värin kirkkauteen, josta käytetään usein samaa vaaleus nimitystä. (KnowPulp 2016)

Massan vaaleus on tärkeää, sillä se vaikuttaa suoraan valmiin paperi tai kartonki tuotteen vaaleuteen. Valmiin tuotteen pinnalle on saatava suuri densiteetti eli sävyjen erot on saatava mahdollisimman suuriksi. Kun paperin vaaleus on suuri, saavutetaan painetun pinnan korkea densiteetti. Vaaleuden pysyvyys valmiissa tuotteessa on oltava riittävän hyvä. Vaaleus ja sen eri vaaleusvaatimukset riippuvat tuotteen loppukäyttökohteesta. (KnowPulp 2016)

Materiaali näyttää vaalealta, kun se heijastaa vähintään 50-60% sille langenneesta valosta. Mitä suuremman osan se heijastaa takaisin, sitä vaaleammalta se näyttää. Jotta vaaleus voidaan erottaa opasiteetista eli läpinäkyvyydestä, täytyy vaaleutta mitattaessa minimoida materiaalin läpi menevän valon osuus nolaksi. (Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 101; KnowPulp 2016)

4.3 Suotautuvuus

Massasulpun ominaisuudet määritettiin alun perin paperikoneen viira-osan vedenpoisto ominaisuuksien testaamiseksi. Massasulpun vedenpoisto-ominaisuudet muuttuvat fraktioiden ja kuitupitoisuusjakauman muutosten mukaan. Tämä on suotautuvuuden erilaisien testausmenetelmien perusta. Massasulpun suotautuvuuden kuvaamiseen käytetään yleensä freeness-arvoa (Canadian Standard Freeness, CSF), tai Schopper-Riegler-lukua (SR). Molemmat arvot kuvaavat massan suotautuvuutta, mutta niiden asteikot ovat päin vastaiset. SR-lukua käytetään Länsi- ja Keski-Euroopassa. Suotautuvuuden huonontuessa SR-luku kasvaa, ja CSF-luku pienenee. Massasulpun suotautuvuus heikkenee jauhahtuksessa. Suotautuvuutta voidaan parantaa erilaisilla huonosti vettä sitovilla täyteaineilla, optimoidulla retentio kemialla ja korkeilla konenopeuksilla. (Fardim 2011, 202; Hägglom-Ahnger & Komulainen 2006, 113, 150; Lönnberg 2009, 479, 480; KnowPap 2017)

5 NÄYTELINJAT

Analysaattori voi ohjata 8-16 näytepistettä (Valmet 2015). Näytteiden sakeus voi peruskokoonpanolla olla noin 0,2 – 5,0%. Automaattiset näytteenottolinjat yhdistyvät yhdeksi linjaksi ennen analysaattorille tuloa. (Valmet 2015; Virekoski 2016a)

Metsä Board Kyron Valmet Pulp Expertiin yhdistettiin 10 automaattista näytteenottolinjaa ja kaksi käsinäytelinjaa. Automaattisista näytelinjoista saadaan näytteet jauhetusta koivusellusta, jauhetusta mäntysellusta, selkäkerroksen perälaatikkomassasta, runkokerroksen perälaatikkomassasta, pintakerroksen perälaatikkomassasta, kahdesta eri CTMP-linjasta sekä kolmesta eri hylky-linjasta. Käsinäytteet voidaan ottaa mistä tahansa halutusta massasta. Halutut näytepisteet ja näytelinjojen kulkureitit oltiin päätetty ennen opinnäytetyön aloittamista.

5.1 Näytteenottimet

Metsä Board Kyrolla oli näytteenottimiksi valittu Valmet SD103 näytteenottimet. Näytteen otin on esitetty kuvassa 11. Valmet SD103 on tarkoitettu laimeille, keskisakeille, sakeille ja laimentamattomille massoille. Massan sakeus saa olla kuitenkin enintään 15%. (Valmet 2015)



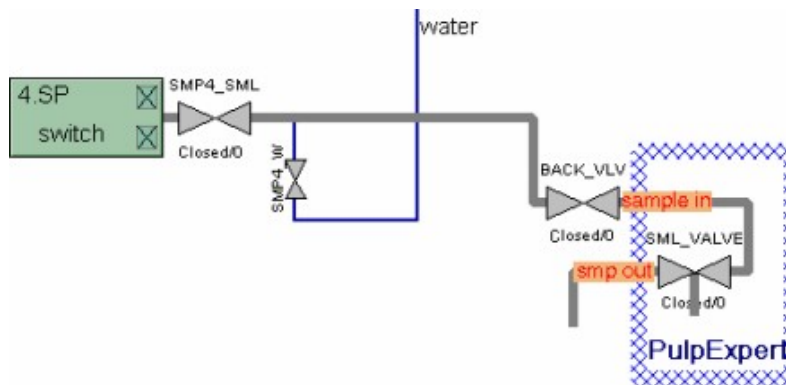
KUVA 11. Valmet SD103 näytteenotin (Kuva: Valmet 2015b)

5.2 Automaattisten näyttelinjojen toiminta

Automaattinen näytteenotto käynnistyy, kun halutun näyttelinjan kytkin on ”ON”-asennossa ja kyseinen näyttelinja on käynnissä. Järjestelmä saa näyttelinjan käyntitiedon tehdastietojärjestelmästä. Jos Halutulla linjalla ei kulje massaa, kyseiseltä linjalta ei voida ottaa näytettä. (Valmet 2015, 35)

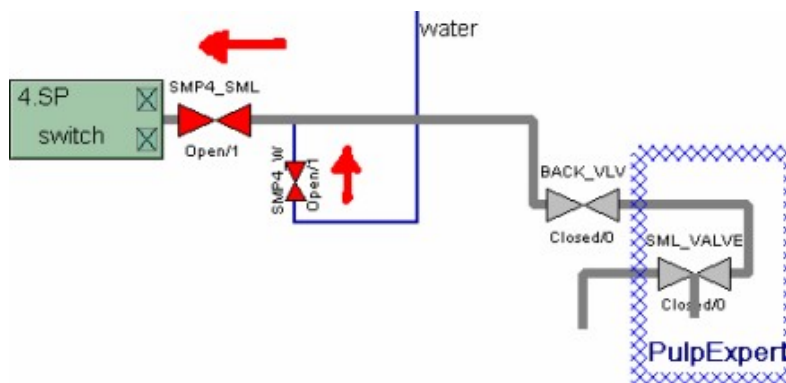
Näytelinjojen toiminta jaetaan seitsemään eri vaiheeseen:

1. Odotustila, jossa kaikki venttiilit ovat suljettuna ja putkisto on täynnä vettä. Odotustila on esitetty kuvassa 12. Kuvissa harmaana olevat venttiilit ovat kiinni ja punaiset venttiilit auki.



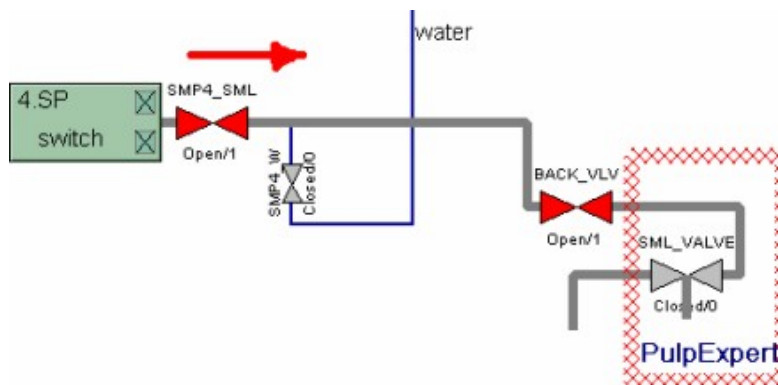
KUVA 12. Näytelinja odotustilassa (Kuva: Valmet 2015)

2. Näyteventtiilin huuhtelu, jossa takaventtiili BACK_VLV on suljettu. Huuhteluvesiventtiili SMP4_W ja näyteventtiili SMP4_SML avautuvat, jolloin huuhteluvesiventtiilistä tuleva vesi virtaa näyteventtiilin läpi prosessiin huuhdellen näyteventtiilin. (Valmet 2015) Näyteventtiilin huuhtelu –vaihe on esitetty kuvassa 13. (Valmet 2015)



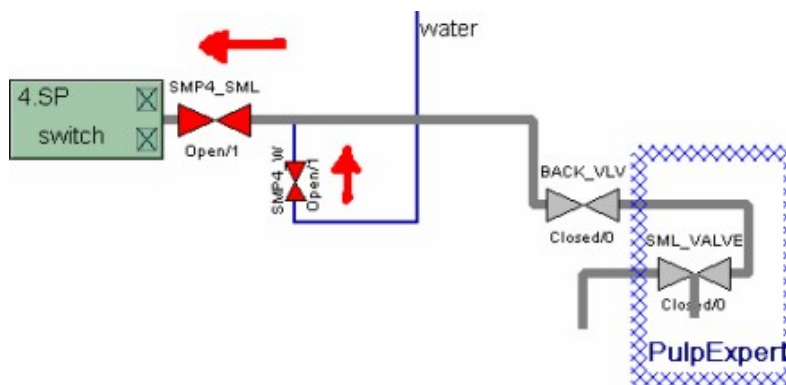
KUVA 13. Näyteventtiilin huuhtelu. (Kuva: Valmet 2015)

3. Näytteen ottaminen putkistoon, jossa huuhteluvesiventtiili SMP4_W sulkeutuu ja takaventtiili BACK_VLV avautuu. Näyte virtaa prosessiputkesta prosessipaineella kohti analysaattoria. Näytteen ottaminen putkistoon on esitetty kuvassa 14. (Valmet 2015, 35)



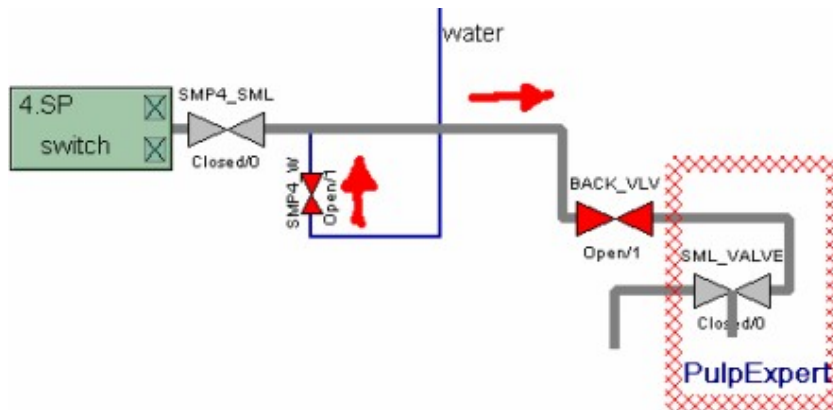
KUVA 14. Näytteen ottaminen putkistoon (Kuva: Valmet 2015)

4. Toinen huuhtelu, jossa takaventtiili BACK_VLV sulkeutuu, näyteventtiili SMP4_SML pysyy auki ja vesiventtiili SMP4_W avautuu. Vesiventtiilistä tuleva vesi virtaa näyteventtiilin läpi prosessiin huuhdellen näyteventtiilin toiseen kertaan. Näyteventtiilin toinen huuhtelu ei ole pakollinen ja sen voi ottaa käyttöön laitteen asetuksista. Toinen huuhtelu on esitetty kuvassa 15. (Valmet 2015, 35)



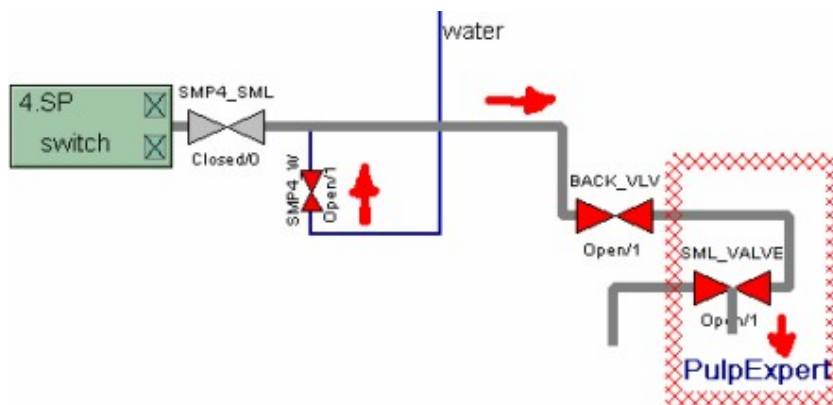
KUVA 15. Toinen huuhtelu (Kuva: Valmet 2015)

5. Näytteen vesityöntö, jossa Näyteventtiili SMP4_SML sulkeutuu, huuhteluvesiventtiili SMP4_W pysyy auki ja takaventtiili BACK_VLV avautuu. Huuhteluvesiventtiilistä tuleva vesi työntää putkistossa olevaa näytettä vakionopeudella kohti analysaattoria. Näytteen vesityöntö on esitetty kuvassa 16. (Valmet 2015, 36)



KUVA 16. Näytteen vesityöntö (Kuva: Valmet 2015)

6. Näyte analysaattoriin, jossa analysaattorin 3-tieventtiili SML_VALVE avautuu ja näyte putoaa näytesäiliöön. Analysaattori hoitaa tämän venttiilin avautumisajan ohjauksen automaattisesti, sulkien venttiilin kun se on saanut riittävän määrän näytettä. Näytteen syöttö analysaattoriin on esitetty kuvassa 17. (Valmet 2015, 36)



KUVA 17. Näyte analysaattoriin (Kuva: Valmet 2015)

7. Putkiston huuhtelu, jossa huuhteluvesiventtiili SMP4_W pidetään niin kauan auki kunnes koko näyte on poistunut näytelinjasta analysaattorin 3-tieventtiilin kautta. Lopuksi automaattinen näytteenotto palaa odotustilaan, jossa kaikki venttiilit ovat suljettuina ja putkisto on täynnä vettä. Odotustila on esitetty kuvassa 12. (Valmet 2015, 36)

5.3 Käsinäytteen testaus

Automaattisten näytteenottolinjojen lisäksi Pulp Expertiin voi syöttää massanäytteitä myös käsinäytteen testauksella. Käsinäytteille on kuitenkin luotava käsinäytepiste, ja määritettävä sille kuinka näytettä käsitellään. Käsinäytteen testauksessa massa syötetään analysaattorin näytesäiliöön laitteen mukana tulleilla näytekanuilla. Käsinäytteen syöttö aloitetaan laittamalla kannuun näytettä. Tavoite on että näyte sisältäisi 12 grammaa kuiva-ainetta, mutta todellinen näytteen määrä riippuu näytteen sakeudesta ja näytteen tyypistä. (Valmet 2015, 32)

Kun haluttu näyte on näytekanuissa, se laitetaan yhteen kolmesta pidikkeestä ja painetaan kyseisen käsinäytteenotto paikan painiketta analysaattorista. Käsinäytteen syöttösiivu aukeaa. Käsinäytteen syöttö sivulla syötetään halutun näytteenottopisteen numero. Ohjelma hakee näytepistetaulukosta kyseisen näytepisteen asetukset. Valitulle näytepisteelle syötetään kellonaika ja päivämäärä, milloin näyte on haettu. Jos käsinäyte on punnittu etukäteen, tälle sivulle syötetään myös näytteen paino. Käsinäytettä ei kuitenkaan tarvitse punnita etukäteen, vaan näytevaaka punnitsee sen ennen kuin ennen näytteen laimentamista. Mikäli näyte on punnittu etukäteen, analysaattori käyttää annetun näytteen painoa vaa'alta luetun sijasta. Käsinäytteen prioriteetti on korkeampi kuin automaattisella näytteenotolla ja se mahdollistaa käsinäytteen testauksen automaattisen näytteenoton aikana. (Valmet 2015, 31,32)

6 VALMET PULP EXPERTIN KALIBROINTI

6.1 Kytcentöjen tarkistus

Valmet Pulp Expertin kalibrointi tehtaalla aloitettiin 31.10.2016 tarkistamalla vesi- ja näyteventtiilien kytkennät. Kaikki kytkennät tarkistettiin silmämääräisesti ennen tietokoneen kytkemistä analysaattoriin. Kytcentöjen todettiin olevan kunnossa, ja näyteventtiilien ja putkistojen testaus aloitettiin huuhteluvedellä. Huuhteluventtiilejä ohjattiin analysaattorista ja varmistettiin, että jokaisesta huuhteluvesiventtiilistä tulee vettä.

6.2 Näytelinjojen ajastus

Jokaisen huuhteluvesiventtiilin todettiin toimivan ja aloitettiin näytteenottoventtiilien testaaminen. Aluksi testattiin, että jokaisesta näytelinjasta saadaan näyte analysaattorille saakka. Näytteenottoventtiilit olivat eri puolilla tehdasta ja näytelinjat olivat eri pituisia. Jokaisesta näytelinjasta otettiin vuorollaan näyte, ja otettiin aikaa kuinka monta sekuntia massalla kesti tulla näytteenottomelta analysaattorille. Näytteet kulkevat näytelinjoissa prosessipaineella. Kaikista näytteenottolinjoista saatiin näyte hyvin analysaattorille saakka. Kun näyte saatiin pelkällä prosessipaineella analysaattorille saakka, voidaan virtaus stabiloida muutaman sekunnin vesityönnöllä. Analysaattorille otettavan näytteen tulee olla putkistossa kulkevan massajakson keskeltä. Jos näyte otetaan liian aikaisin tai liian myöhään näytteeksi saattaa tulla pelkkää vettä. Putkistoon otettavaan näytteen määrä määriteltiin sekunteina automaattiseen näytteenottojärjestelmään näytteen kierrätys kohtaan.

Näytteen kierrätyksen ja työnnön jälkeen määriteltiin putkiston ja venttiilien huuhteluajat. Ensiksi määriteltiin venttiilien huuhteluajat. Venttiilit huuhdellaan putkistosta prosessiin päin, jokaisen venttiilin huuhteluajaksi asetettiin 8 sekuntia. Venttiilien huuhtelun jälkeen putkistojä huuhdeltiin niin kauan kunnes kaikki massa oli poistunut putkistosta. Jokaiselle näytelinjalle täytyi määrittää huuhtelu aika erikseen, sillä putkistot olivat eri mittaisia. Huuhteluajat määritettiin ottamalla aikaa sekuntikellolla kuinka kauan kestää että putkistossa ei kulje enää massaa. Saadut sekunti määrät syötettiin automaattiseen näytteenottojärjestelmään.

Analysaattorin kalibrointia jatkettiin seuraavana päivänä 1.11.2016. Putkistoja tarkasteltiin silmämääräisesti vuotojen varalta. Muutamassa näyteputkiston liitoskohdassa havaittiin pientä vuotoa ja ne tukittiin. Edellisenä päivänä automaattiseen näytteenottojärjestelmään syötetyt ajat tarkastettiin ja varmistettiin, että jokainen linja toimi oikein. Jokaista näytteenottolinjaa testattiin vuoron perään ja määritettiin niiden näytteen työntö- ja huuhteluaikoja vielä tarkemmiksi.

6.3 Tulosten vertailu

Jokainen linja saatiin määritettyä tarkaksi ja kaikki linjat todettiin toimiviksi. Uuden Valmet Pulp Expertin tuloksia verrattiin vielä käytössä olevan vanhan Pulp Expertin tuloksiin. Huomattiin että uusi analysaattori näytti koivun sakeudeksi 2% kun vanha näytti hieman yli 3%. Pienen pohdiskelun jälkeen päätettiin tarkistaa jokaisen näytteenottimen magneettiventtiili toiminta. Tarkastaminen aloitettiin kaikista alimpana sijaitsevasta näytteenottoventtiilistä, joka on pinnan perälaatikon näytteenottoventtiili. Tarkistus aloitettiin alimmasta venttiilistä, sillä putkistossa olevat roskat kulkeutuvat helposti putkiston alimpaan kohtaan. Pinnan perälaatikon näytteenottoventtiili avattiin ja sen magneettiventtiilistä löytyi roska. Roska oli todennäköisesti putkiston hitsauksen yhteydessä irronnut metallipala. Roska poistettiin ja näytteenottoventtiili suljettiin. Pinnan perälaatikon automaattinen näytteenottoventtiili on esitetty kuvassa 19.



KUVA 19. Pinnan perälaatikon automaattinen näytteenottoventtiili

Koska pinnan perälaatikon magneettiventtiilissä oli roska, se vuosi vettä putkistoon. Putkistoon vuotava vesi laimensi näytteitä ja sen vuoksi Valmet Pulp Expert näytti liian alhaisia sakeuksia. Roskan poistamisen jälkeen pinnan perälaatikon automaattinen näytteenottoventtiili alkoi toimia normaalisti ja analysaattori alkoi näyttämään korkeampia sakeuksia. Sakeudet koivulle ja männylle olivat kuitenkin edelleen hieman laimeampia, kuin vanhan analysaattorin näyttämät sakeudet.

Koivu- ja mäntysellun matalia sakeuksia alettiin selvittämään hakemalla käsinäytteet näytekanuihin koivu- ja mäntysellulinjojen käsiventtiileistä. Käsinäytteistä tehdyt mitaukset näyttivät samaa sakeutta kuin vanha analysaattori koivulle ja männylle. Valmet Automation Oy:n Product Specialist, Tapani Virekosken mukaan (2016a) syynä koivu- ja mäntysellun alhaisiin sakeuksiin voi johtua automaattisten näytteenottimien näytteenotto syvyydestä. Virekosken mukaan kaikki sellut ovat kriittisiä siitä kuinka syvältä prosessiputkesta näytteenotin näytteen ottaa (Virekoski 2016a). Koivu- ja mäntysellun

näytteenottimet säädettiin ottamaan näytteet syvemältä prosessiputkesta. Koivusellun näytteenottimen säätö on esitetty kuvassa 20.



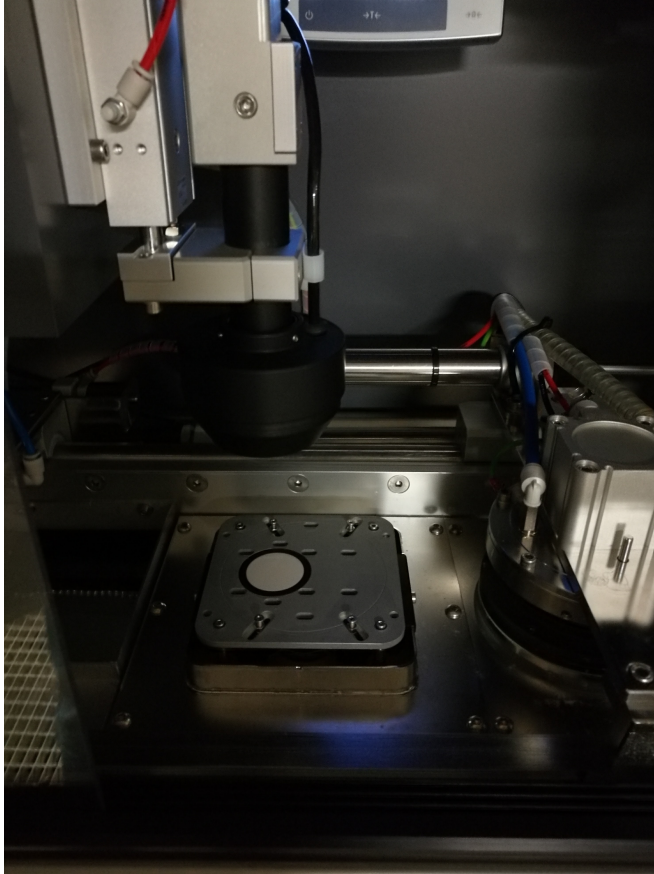
KUVA 20. Koivusellun näytteenottimen näytteenottosyvyyden säätö.

Koivu- ja mäntysellun automaattisten näytteenottimien säätämisen jälkeen Valmet Pulp Expert näytti koivun ja männyn sakeudet oikein.

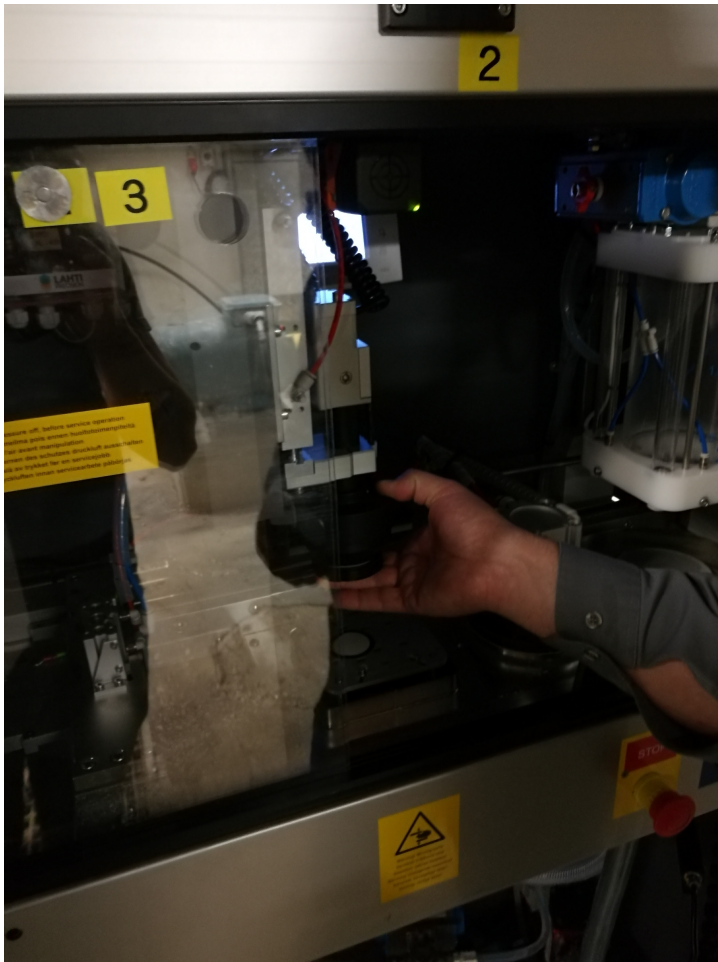
6.4 Vaaleuden kalibrointi

Vaaleuden kalibrointi suoritettiin kahdella siihen referenssilevyllä. Toinen referenssilevyistä oli harmaa ja toinen valkoinen. Ensiksi määritettiin optiikkamoduulin Led-valon signaaliksi 3000 ja referenssilevyt asetettiin optisen moduulin alle vuoron perään. Optiikkamoduuli sijaitsee arkkivaa'an yläpuolella. Optiikkamoduuli ja vaaleuden mittaukseen tarkoitettu referenssikivi on esitetty kuvassa 21 ja optiikkamoduulin vaaleuden kalibrointi on esitetty kuvassa 22. Kuvassa 22 pidetään peruskalibrointiin tarkoitettua referenssilevyä optiikkamoduulin päässä ja moduuli lähettää valon säteen referenssilevyyn, josta se heijastuu takaisin. Kuvassa 21 näkyvä valkoinen arkkivaakaan upotettu

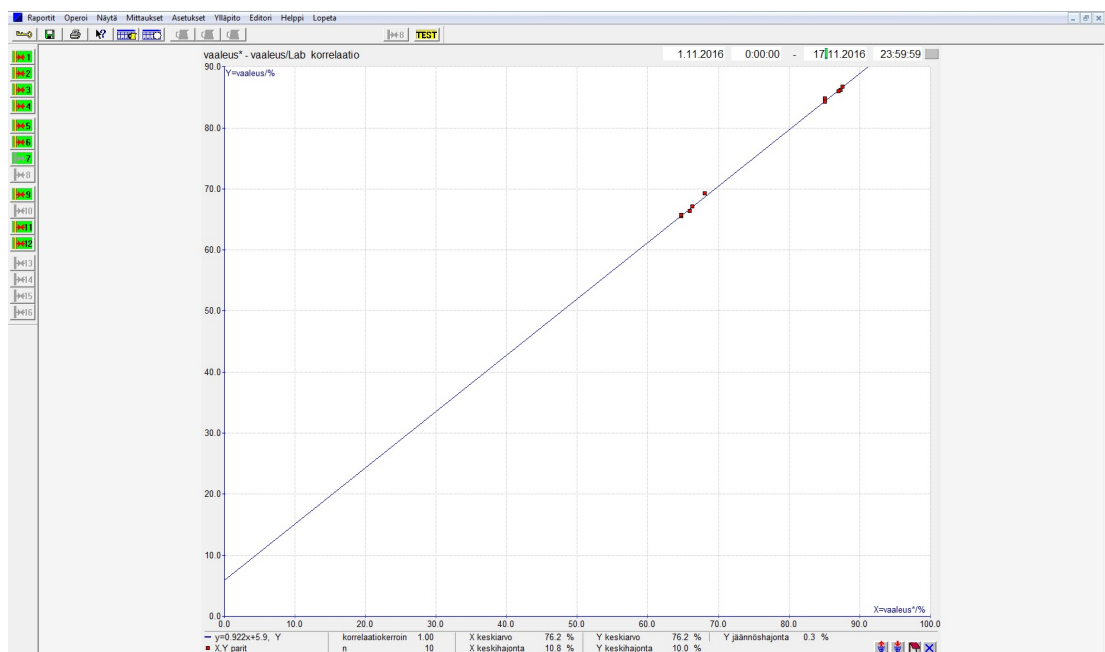
referenssikivi ei liity vaaleuden peruskalibrointiin, vaan sillä otetaan referenssi ennen kuin analysaattori mittaa näytearkin vaaleuden. Näytearkeista mitattuja analysaattorin antamia vaaleuksia verrattiin laboratoriossa tehtyihin mittauksiin. Analysaattorin tuloksista ja laboratoriossa tehdyistä vertailuista saatiin vaaleuden korrelaatio, joka on esitetty kuvassa 23.



KUVA 21. Optiikkamoduuli ja arkkivaakaan upotettu referenssikivi.



KUVA 22. Optikkamoduulin vaaleuden kalibrointi referenssilevyn avulla.



KUVA 23. Metsä Board Kyron Pulp Expertin vaaleuksien korrelaatio. (Kuva: Virekoski 2016b)

6.5 Kuivaintassun säätäminen

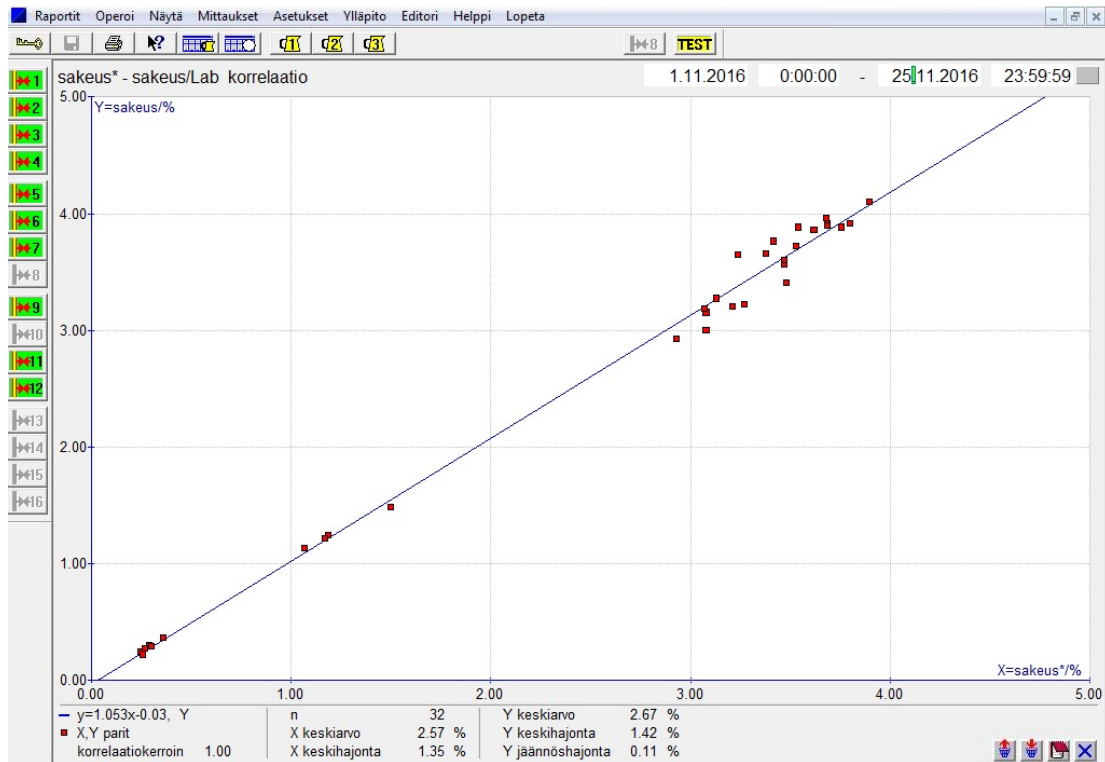
Optiikkamoduulin kalibroinnin jälkeen jatkettiin analysaattorin testaamista ajamalla jokaisen automaattisen näytelinjan näytteitä laitteen läpi. Samalla tarkkailtiin kuivaimen toimintaa. Pitkälle jauhettujen hylkymassojen kanssa ilmeni ongelmia, kun näytearkit jäivät kiinni kuivaintassuun. Pitkälle jauhettua hylkymassaa sisältävät paljon hienoainetta ja sen epäiltiin aiheuttavan arkin kuivaintassuun kiinni jäämisen. Arkkien kiinni jäämiseen vaikuttavaa varmaa syytä ei kuitenkaan saatu selvitettyä. Kuivaintassun painetta laskettiin, jotta pitkälle jauhettua hylkymassaa sisältävät näytearkit eivät jäisi niin helposti tassuun kiinni. Paineen laskeminen vähensi näytearkkien kiinni jäämistä, mutta ei poistanut ongelmaa kokonaan. Paineen laskemisen lisäksi muutettiin kuivaimen lämpötilaa, mutta sillä ei ollut merkitystä näytearkkien kiinni jäämiseen.

Analysaattorin logiikkaohjelmaan lisättiin ylimääräinen irrotuspuhallus 60 sekunnin jälkeen esilämmityspuhalluksesta. Ylimääräinen irrotuspuhallus vähensi huomattavasti näytearkkien kiinni jäämistä kuivaintassuun. Pitkälle jauhettua hylkymassaa sisältävät näytearkit likaavat näytetassua, siitä syystä kuivaintassun pesuväli on pidettävä lyhyenä ylimääräisen irrotuspuhalluksen lisäämisestä huolimatta.

6.6 Sakeuden kalibrointi

3.11.2016 aloitettiin vertailunäytteiden tekeminen Metsä Board Kyron laboratoriossa. Laboratoriossa tehdyt mittaukset kuuluivat osaksi tätä opinnäytetyötä. Opinnäytetyöntekijä teki laboratoriomittauksia Pulp Expertin vertailunäytteistä, ja Valmet Automation Oy:n Product Specialist, Tapani Virekoski kirjasi tulokset analysaattoriin. Laboratoriossa tehtyjä mittauksia verrattiin analysaattorin mittauksiin ja näin voitiin tarkastella tulosten välistä korrelaatiota.

Pulp Expertin sakeusmittaus perustuu punnitukseen, ja se antaa lähes suoraan absoluuttisen lukeman. Näytesäiliö johon näyte otetaan, sijaitsee suoraan vaa'an päällä, jota käytetään näytteen laimennusveden punnitukseen. Kun laimennettu massa annostellaan näytesäiliöstä arkkimuotille, annosteltu määrä mitataan joko arkkiautomaatin pinnan-



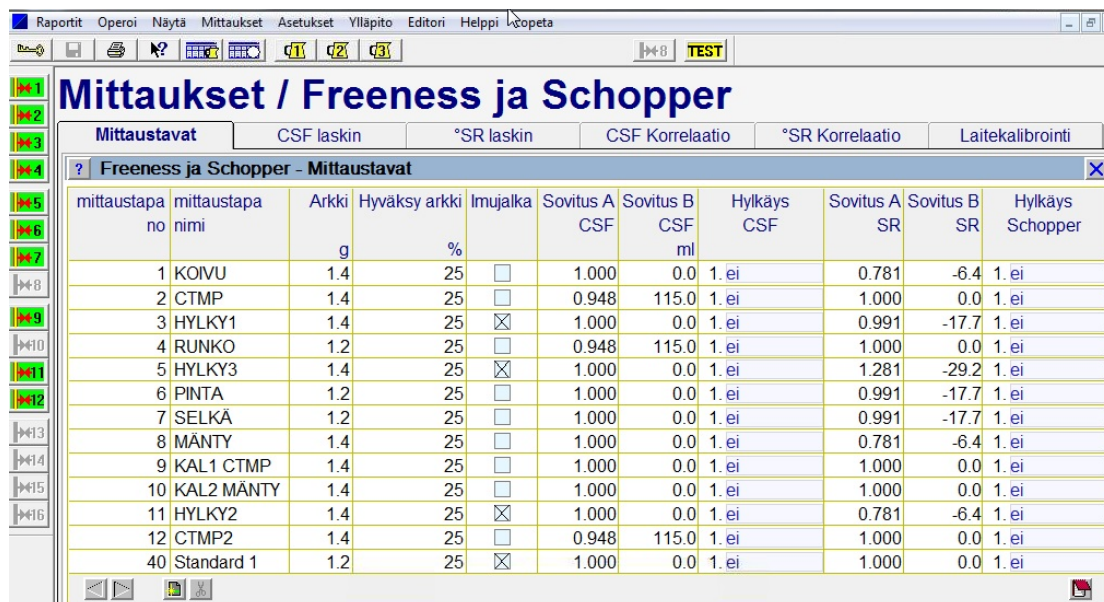
KUVA 25. Metsä Board Kyron Pulp Expertin sakeuden kokonaiskorrelaatio. (Kuva: Virekoski 2016b)

6.7 Freeness/Schopper-kalibrointi

Vaaleuksien ja sakeuksien lisäksi tehtiin Freeness/Schopper-kalibrointi. Jokaiselle näytepisteelle valittiin halutaanko niistä mitata CSF- vai SR-tasoa. Lisäksi jokaiselle näytepisteelle asetettiin tavoitearkkipaino ja valittiin käytetäänkö suodatuksessa imujalkaa. Tavoitearkkipainon valintaan vaikutti alkuperäisen näytteen sakeus. Imujalan käytön valintaan vaikutti kuinka nopeasti suotautuvasta massasta oli kyse. Hitaasti suotautuvilla massoilla käytettiin imujalkaa suotautumisen nopeuttamiseksi. Jokaiselle näytteelle tavoiteltiin 10-40 sekunnin suotautumisaikaa. Suotautumisaajan ollessa liian lyhyt tulosten tarkkuus voi olla huono. Jos suotautumisaika on liian pitkä, analysaattorin toiminta hidastuu tarpeettomasti. Kuvassa 26 on esitetty kaikkien näytelinjojen mittaustavat, tavoitearkkipainot ja käytetäänkö suodatuksessa imujalkaa. Kalibrointi suoritettiin tekeväällä samanaikaisesti mittauksia analysaattorilla ja laboratoriossa. Analysaattorin tulokset ja laboratorion vertailut syötettiin Pulp Expertin ohjelmiston ”laskin” – välilehteen. ”Laskin” antoi tarvittavat A- (kerroin) ja B- (taso) parametrit, joiden avulla säädettiin analysaattorin sakeustulokset laboratoriossa tehtyjen vertailutulosten tasolle.

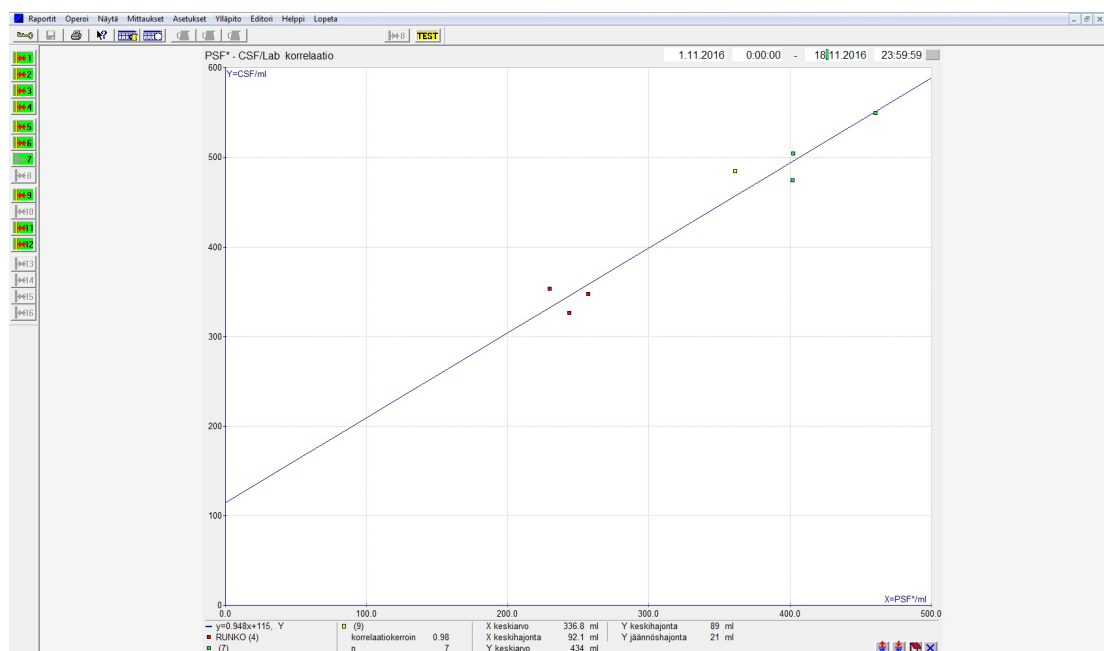
Freeness/Schopper-kalibrointi tehtiin eri suotautuvuus-tason massoille ja jokaiselle tasolle tehtiin useampia toistoja. (Valmet 2015)

Näytesteistä CTMP 1, CTMP 2 ja rungon perälaatikkomassasta mitattiin CSF-luku ja muista näytesteistä SR-luku. Haluttu suotautuvuutta kuvaava luku päätettiin sen mukaan onko kyseessä mekaaninen vai kemiallinen massa. CSF-korrelaatio on esitetty kuvassa 27 ja SR-korrelaatio kuvassa 28.

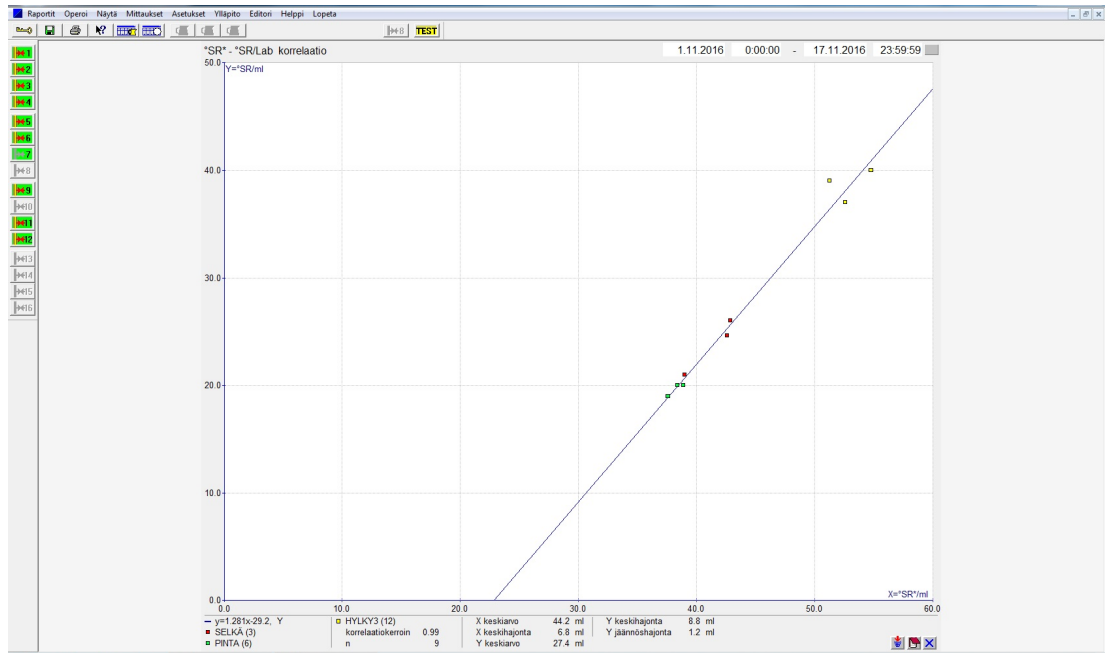


Mittaukset / Freeness ja Schopper											
Mittaustavat		CSF laskin	°SR laskin	CSF Korrelaatio	°SR Korrelaatio	Laitetekniikka					
Freeness ja Schopper - Mittaukset											
mittaustapa no	mittaustapa nimi	Arkki g	Hyväksy arkki %	Imujalka	Sovitus A CSF	Sovitus B CSF ml	Hylkäys CSF	Sovitus A SR	Sovitus B SR	Hylkäys Schopper	
1	KOIVU	1.4	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.781	-6.4	1.ei	
2	CTMP	1.4	25	<input type="checkbox"/>	0.948	115.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	
3	HYLKY1	1.4	25	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.991	-17.7	1.ei	
4	RUNKO	1.2	25	<input type="checkbox"/>	0.948	115.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	
5	HYLKY3	1.4	25	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	1.281	-29.2	1.ei	
6	PINTA	1.2	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.991	-17.7	1.ei	
7	SELKÄ	1.2	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.991	-17.7	1.ei	
8	MÄNTY	1.4	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.781	-6.4	1.ei	
9	KAL1 CTMP	1.4	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	
10	KAL2 MÄNTY	1.4	25	<input type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	
11	HYLKY2	1.4	25	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	0.781	-6.4	1.ei	
12	CTMP2	1.4	25	<input type="checkbox"/>	0.948	115.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	
40	Standard 1	1.2	25	<input checked="" type="checkbox"/>	1.000	0.0	1.ei	1.000	0.0	1.ei	

KUVA 26. Näytelinjojen mittaustavat. (Kuva: Virekoski 2016b)



KUVA 27. Canadian Standard Freeness –korrelaatio. (Kuva: Virekoski 2016b)



KUVA 28. Schopper-Riegler –korrelaatio. (Kuva: Virekoski 2016b)

7 HENKILÖSTÖN KOULUTUS

Jokaiselle vuorolle, laboratorio henkilökunnalle ja kunnossapidon työntekijöille pidettiin koulutus Valmet Pulp Expertin käytöstä. Koulutuksen piti Valmet Automation Oy:n Product Specialist, Tapani Virekoski. Koulutuksien teoriaosuudet pidettiin BM1 määnpään valvomon taukotilassa ja käytännön koulutus analysaattorin luona. Koulutukset pidettiin vuoroittain, ja koulutukseen osallistuivat kaikki operaattorit, jotka ovat työssään tekemisissä kyseisen analysaattorin kanssa. Koulutus aloitettiin PowerPointesityksellä. Siinä esiteltiin aluksi Valmet Automation Oy ja sen valmistamat laitteet. Lyhyen yritysesittelyn jälkeen näytettiin analysaattorin toimintaa teoriassa.

Teoria koulutuksen jälkeen operaattoreille ja vuoron kunnossapitohenkilöstölle koulutettiin analysaattorin perustoiminnot laitteen käyttöön ja puhdistukseen liittyen. Käytännön koulutus pidettiin analysaattorin välittömässä läheisyydessä ja jokainen operaattori harjoitteli laitteen käyttöä vuorollaan. Vuoron kunnossapitohenkilöstö sai tarkemman koulutuksen laitteen huoltotoimenpiteisiin, jotta he pystyvät huoltamaan laitetta iltaisin ja viikonloppuisin. Varsinaisesti laitteen huollosta vastaavat päivävuorossa työskentelevät sähkö- ja automaatioasentajat. Heille pidettiin oma erillinen koulutus, jossa käytiin yksityiskohtaisesti läpi tärkeimmät Valmet Pulp Expertin huoltotoimenpiteet.

Opinnäytetyöhön kuului operaattoreille tehty ohjeistus analysaattorin valvomopäätteen käyttöön liittyen. Ohjeistus on tässä työssä liitteenä. Valvomopäätteeltä operaattorit voivat tarkkailla analysaattorin tuloksia ja seurata niiden kehittymistä niin kutsutuista trendeistä. Näyttöpäätteeltä voidaan myös päättää missä järjestyksessä laitteen halutaan eri massanäytteitä analysoivan.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada Valmet Pulp Expert käyttöön otetuksi, suorittaa käyttöönottoon liittyvät kalibroinnit ja varmistaa käyttöönoton jälkeisen huollon ja kalibroinnin toimivuus. Opinnäytetyön tilaajana toimi Metsä Board Kyro. Virallisesti laitteen käyttöönotosta vastasi laitteen valmistanut ja toimittanut Valmet Automation Oy. Opinnäytetyön tekijä toimi linkkinä työn tilaajan ja laitteen toimittajan välillä sekä avusti laitteen käyttöönotossa. Tässä työssä ei käsitelty analysaattorin liittämistä erilaisiin tietoliikenneverkkoihin käyttöönoton yhteydessä. Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja opettavaista. Työn aikana sai hyvän kokonaiskuvan uuden laiteinvestoinnin vaiheista. Suuret kiitokset opinnäytetyöprojektiin liittyvistä, neuvoista ja näkemyksistä kuuluu Jari-Pekka Rantalalle, joka toimii BM1 käyttöpäällikkönä ja Valmet Automation Oy:n Product Specialist Tapani Virekoskelle.

Opinnäytetyön kirjoittaminen oli välillä hankalaa käyttöönoton luonteesta johtuen. Virallisen käyttöönoton suoritti Valmet Automation Oy ja opinnäytetyöntekijä ikään kuin avusti siinä Metsä Board Kyron edustajana. Opinnäytetyöhön liittyvää lähde materiaalia oli hankala löytää ja sitä oli rajoitetusti. Työssä käytetyt lähteet ovat kuitenkin mielestäni luotettavia.

Opinnäytetyön liitteinä on operaattoreille tehty ohjeistus analysaattorin valvomopäätteen käyttöön liittyen, operaattoreille tarkoitettu kuvallinen ohje automaattisten näytteenottimien sijainneista ja laboratorio henkilöstölle tarkoitettu ohje näytearkkien keräämisestä analysaattorista.

8.1 Tulokset

Metsä Board Kyron tehtaan uusi Valmet Pulp Expert saatiin otettua onnistuneesti käyttöön. Käyttöönotto saatiin vietyä lävitse sujuvasti käyttöönottoon varatussa ajassa. Uusi analysaattori on ollut hyödyllinen ja sen antamia tuloksia on seurattu ja käytetty hyväksi prosessinohjauksessa. Analysaattorin huollot tehdään kahdesti viikossa, maanantaisin ja perjantaisin. Lisäksi kuivaintassu pestään keskiviikkoisin. Analysaattoria kalibroidaan pakastettujen referenssimassojen avulla. Toinen massoista on mäntysellua, ja toinen CTMP:tä. Massoista tehdään mittaukset laboratoriossa ennen niiden pakastusta. Pakas-

tettua massaa sulatetaan ja siitä tehdään mittaukset analysaattorilla kerran viikossa. Analysaattorin tulokset kirjataan tehdastietojärjestelmään, johon on määritetty hälytysrajat joiden sisällä tulosten tulee olla. Referenssimassoja on kahta erilaista, jotta voidaan seurata vertailla analysaattorin antamia tuloksia kahdelta eri vaaleus- ja suotautuvuustasolta. Mikäli analysaattori antaa jatkuvasti liian alhaisia sakeustuloksia, on syytä tarkastaa automaattisten näytteenottimien magneettiventtiilit. Magneettiventtiilissä oleva roska voi aiheuttaa huuhteluveden vuotamista putkistoon. Syytä on tarkastaa eritoten pinnan perälaatikon automaattinen näytteenotin, sillä se on putkiston alimmalla kohdalla. Massanäytteen vaaleuksien ollessa liian korkeita on syytä tarkistaa arkkivaakaan upotetun referenssikiven puhtaus. Likainen referenssikivi nostaa virheellisesti näytearkkien vaaleusmittausten tuloksia.

Haasteina uuden analysaattorin käytössä on ollut prosessipaineiden vaihtelu ja kuivaintassun likaantuminen. Prosessipaineiden vaihtelun vuoksi analysaattorin ohjelmistoon syötettyjä näytteen kierrätys- ja työntöaikoja on muutettu. Kuivaintassun likaantuminen aiheuttaa näytearkkien kulkeutumista väärin paikkoihin analysaattorissa, joka aiheuttaa virheitä mittaustuloksissa. Kuivaintassun likaantumisen suurimmaksi syyksi on arveltu pitkälle jauhattujen hylkymassojen sisältämät hienoaineet, kemikaalit ja täyteaineet. Likaantumisen takia kuivaintassu on pestävä kolme kertaa viikossa. Peseminen on vähentänyt virheitä mittaustuloksissa, muttei ole poistanut niitä kokonaan.

Analysaattorin toimintaan ja käytettävyyden parantamiseksi laboratorioventtiilin päähän voisi liittää letkun pätkän ja venttiilin alla olevaan näyteastialle tarkoitettua hyllyä voisi suurentaa. Analysaattorin toimintaa voisi monipuolistaa lisäämällä siihen johtokykymoduulin sekä pH-moduulin. Nämä moduulit kokoisivat johtokyky ja pH-tiedot yhteen paikkaan. Tällä hetkellä johtokykyä ja pH:ta seurataan on-line mittauksilla eripuolilta prosessia.

LÄHTEET

Fardim, P. 2011. Chemical Pulping Part 1, Fibre Chemistry and Technology, Second edition. Paper Making Science and Technology, Book 6, part 1. Helsinki. Paper Engineers' Association/ Paperi ja Puu Oy

Hägglom-Ahnger, U., Komulainen, P. 2006. Kemiallinen metsäteollisuus 2. paperin ja kartongin valmistus. 5. painos. Jyväskylä: Opetushallitus.

Jokinen, J. Sähköasentaja. Henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2016

Kotanen, M. 2011. Käyttöönnoton ohjeistus. Tietotekniikan koulutusohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Lönnberg B. 2009. Mechanical Pulping, Second edition. Paper Making Science and Technology, Book 5. Helsinki. Paper Engineers' Association/ Paperi ja Puu Oy

Pihkala, J. 2004. Prosessisuureiden mittaustekniikka. 2. painos. Opetushallitus

Savisto, E. Laboratorion esimies. Henkilökohtainen tiedonanto 16.9.2016

Valmet Automation Oy. 2015a. Valmet Pulp Expert Perusyksikkö. Käyttöohje K10826 2.0 FI. Tieto-Oskari Oy

Valmet Automation Oy. 2015b Valmet SD102, SD103, SD104, SD105. Asennus & Käyttäjän käsikirja, K01532 V1.5 FI. Tieto-Oskari Oy

Virekoski, T. Product Specialist. 2017. Pexin historia. Sähköpostiviesti. Tapani.virekoski@valmet.com

Virekoski, T. Product Specialist. Henkilökohtainen tiedonanto 1.11.2016a

Virekoski, T. Product Specialist. PEX-kalibroinnit. Sähköpostiviesti. Tapani.virekoski@valmet.com

VTT / Proledge Oy 2016. KnowPulp versio 15.0 2016. Sellutekniikan ja automaation oppimisympäristö.

VTT / Proledge Oy 2016. KnowPap versio 18.0 2017. Paperitekniikan ja automaation oppimisympäristö.

LIITTEET

Liite 1. Pulp Expert valvomopäätteen käyttöohje

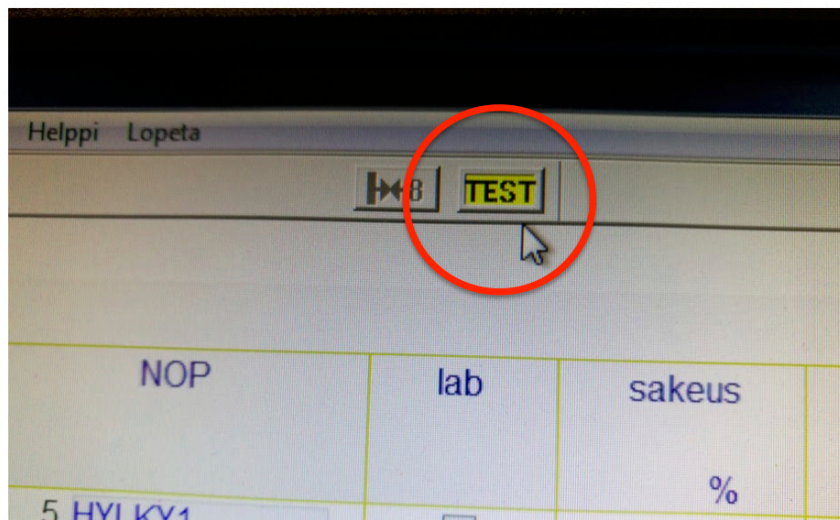
1

Pulp Expert valvomopäätteen käyttöohje

Pekka Kinnunen

30.11.2016

Jos Pulp Expert ei analysoi mitään, tarkista että näytön yläreunassa oleva Test-kytkin on keltainen. (Jos ei ole niin klikkaa se hiirellä keltaiseksi.)



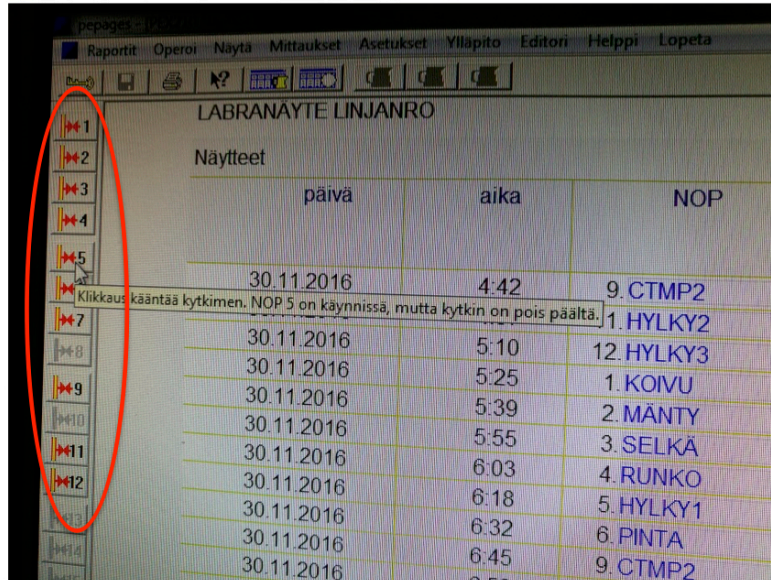
Pulp Expert analysoi kaikkia linjoja numerjärjestyksessä, kun kaikki näytelinjat ovat vihreitä.

SALASANA= OL PIENELLÄ

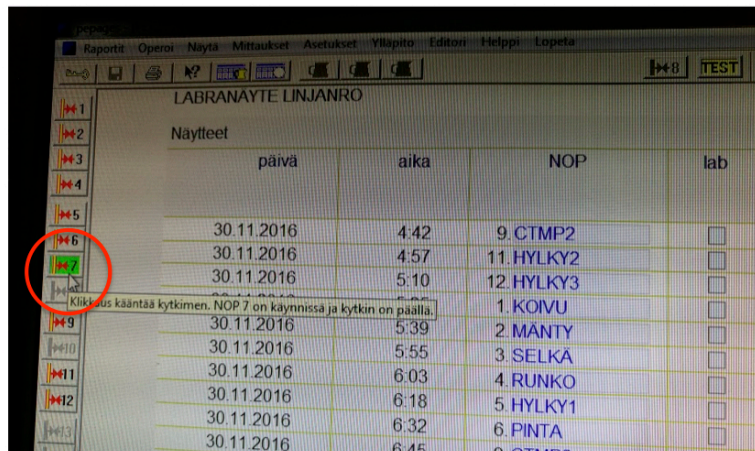
LABRANAYTTE LINJANRO

Näytteen	päivä	aika	NOP	lab	sakeus	vaaleus	CSF	SR	sakeus haj
					%	%	ml	ml	%
30.11.2016	4:29	6	PINTA		0.32	84.5	283	20.7	0.8
30.11.2016	4:42	9	CTMP2		3.29	63.9	534	26.0	1.2
30.11.2016	4:57	11	HYLKY2		4.05	65.8	81	51.6	1.7
30.11.2016	5:10	12	HYLKY3		3.71	66.7	207	31.8	1.8
30.11.2016	5:25	1	KOUVU		3.44	86.5	328	20.6	1.8
30.11.2016	5:39	2	MANTY		3.43				
30.11.2016	5:55	3	SELKÄ						
30.11.2016	6:03	4	RUNKO		1.37	64.7	372	39.9	0.8
30.11.2016	6:18	5	HYLKY1		3.91	66.0	105	48.6	0.4
30.11.2016	6:32	6	PINTA		0.33	84.4	281	20.9	0.6
30.11.2016	6:45	9	CTMP2		3.22	66.0	536	25.8	1.6
30.11.2016	6:58	11	HYLKY2		4.01	65.8	77	52.9	2.1
30.11.2016	7:12	12	HYLKY3		3.68	66.8	205	32.2	2.2
30.11.2016	7:28	1	KOUVU		3.39	86.6	314	21.5	2.1
30.11.2016	7:42	7	CTMP1			65.3	504	28.1	
30.11.2016	7:55	7	CTMP1			65.1	477	30.1	

Jos haluat analysoida jonkun tietyn linjan näytteen, klikkaa hiirellä ensin kaikki linjat pois päältä. (Kone kysyy haluatko kääntää näyteenottolinjan pois? Klikkaa kyllä tai paina enter.)

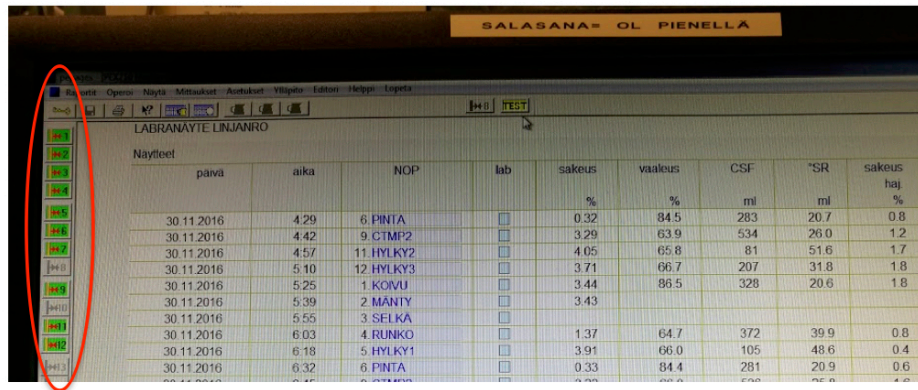


Sen jälkeen klikkaa se linja päälle, jota haluat analysoida. (Kone kysyy haluatko kääntää näyteenottolinjan päälle? Klikkaa kyllä tai paina enter.) Linja muuttuu vihreäksi.



Pulp Expert analysoi seuraavaksi valitsemasi linjan näytettä. Näytteen analysointia toistetaan kunnes käännät näyteenottolinjan pois päältä, tai käynnistät jonkun toisen näyteenottolinjan.

Kun haluat palata normaaliin näyteenottoosykhin, klikkaa hiirellä kaikki näyteenottolinjat vihreiksi.



SALASANA= OL PIENELLÄ

LABRANÄYTE LINJANRO

Näytteet	päivä	aika	NOP	lab	sakeus	vaaleus	CSF	*SR	sakeus haj
					%	%	ml	ml	%
	30.11.2016	4.29	6. PINTA	<input type="checkbox"/>	0.32	84.5	283	20.7	0.8
	30.11.2016	4.42	9. CTMP2	<input type="checkbox"/>	3.29	63.9	534	26.0	1.2
	30.11.2016	4.57	11. HYLKY2	<input type="checkbox"/>	4.05	65.8	81	51.6	1.7
	30.11.2016	5.10	12. HYLKY3	<input type="checkbox"/>	3.71	66.7	207	31.8	1.8
	30.11.2016	5.25	1. KOIVU	<input type="checkbox"/>	3.44	86.5	328	20.6	1.8
	30.11.2016	5.39	2. MANTY	<input type="checkbox"/>	3.43				
	30.11.2016	5.55	3. SELKÄ	<input type="checkbox"/>					
	30.11.2016	6.03	4. RUNKO	<input type="checkbox"/>	1.37	64.7	372	39.9	0.8
	30.11.2016	6.18	5. HYLKY1	<input type="checkbox"/>	3.91	66.0	105	48.6	0.4
	30.11.2016	6.32	6. PINTA	<input type="checkbox"/>	0.33	84.4	281	20.9	0.6

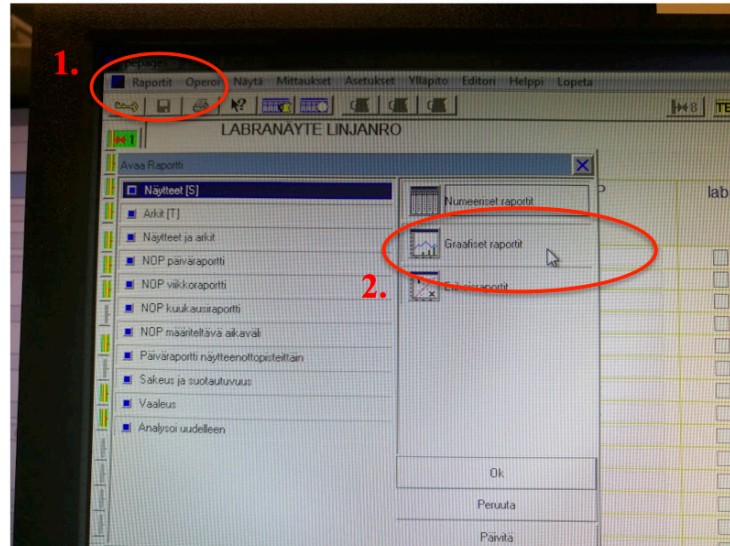
Jos taulukosta puuttuu mittaustuloksia, käy tarkistamassa Pulp Expertillä onko laitteen sisällä ylimääräisiä arkkeja tai muuta näkyvää häiriötä.

NOP	lab	sakeus	vaaleus	m
		%	%	
12. HYLKY3	<input type="checkbox"/>	3.71	66.7	20
1. KOIVU	<input type="checkbox"/>	3.44	86.5	32
2. MANTY	<input type="checkbox"/>	3.43		
3. SELKÄ	<input type="checkbox"/>			
4. RUNKO	<input type="checkbox"/>	1.37	64.7	37
5. HYLKY1	<input type="checkbox"/>	3.91	66.0	10
6. PINTA	<input type="checkbox"/>	0.33	84.4	28
9. CTMP2	<input type="checkbox"/>	3.22	66.0	53
11. HYLKY2	<input type="checkbox"/>	4.01	65.8	7
12. HYLKY3	<input type="checkbox"/>	3.68	66.8	20
1. KOIVU	<input type="checkbox"/>	3.39	86.6	31
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>		65.3	50
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>		65.1	47
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>	4.38	80.8	57
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>	2.14	79.9	53
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>		80.1	53
7. CTMP1	<input type="checkbox"/>	2.26	80.8	54

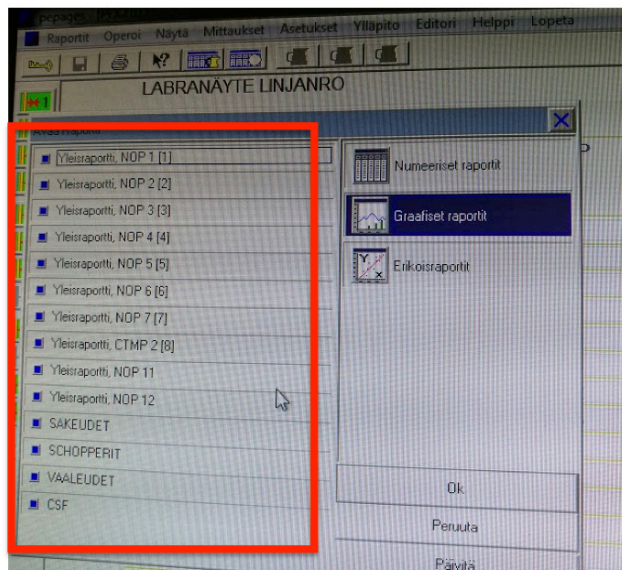
Jos Pulp Expertissä ei näy häiriöitä, mutta mittaukset puuttuvat, ota yhteys kunnossapitoon. Puuttuvat mittaustulokset voivat johtua muuttuvista prosessipaineista näyteenottolinjassa.

Jos valvomon näyttöpäätte ei reagoi tai näyttää oudolta, käynnistä tietokone uudelleen. Uudelleen käynnistyessä kone aukaisee Pulp Expertin –pepages ohjelman automaattisesti.

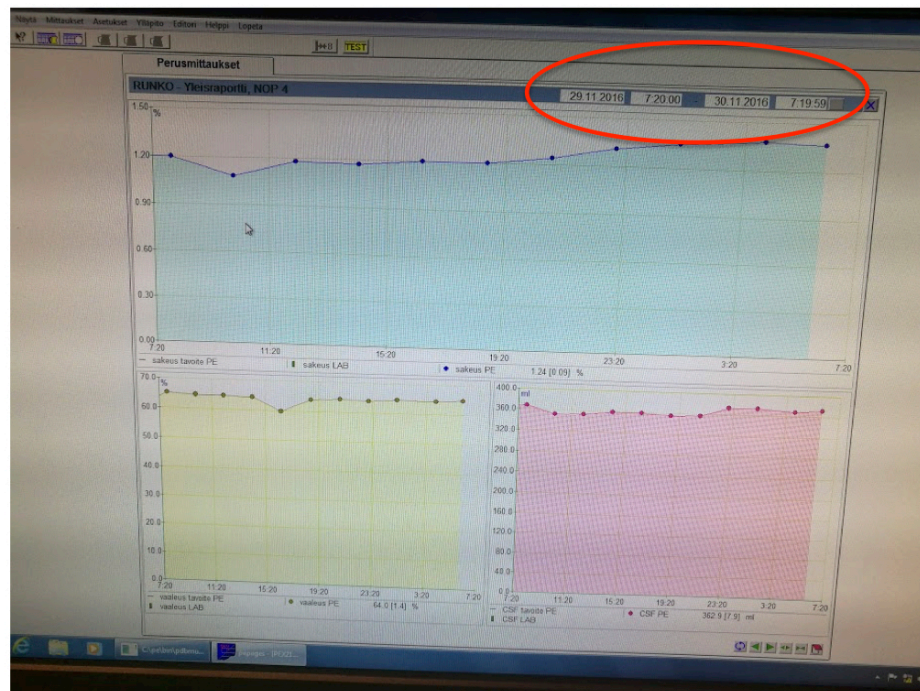
Jos haluat seurata tietyn näytteen arvojen kehitystä valitse vasemmasta yläkulmasta
1. raportit -> 2. graafiset raportit.



Valitse vasemmasta reunasta minkä näytelinjan trendiä haluat seurata



Valitsemasi trendi avautuu. Voit määrittää yläreunasta millä aikavälillä haluat trendiä seurata.



- Ylhäällä sakeus
- Vasemmassa alareunassa vaaleus
- Oikeassa alareunassa schopper/freeness

Liite 2. Pulp Expertin näytteenottimien sijainnit kentällä

Pulp Expertin näytteenottimien sijainnit kentällä

Pekka Kinnunen

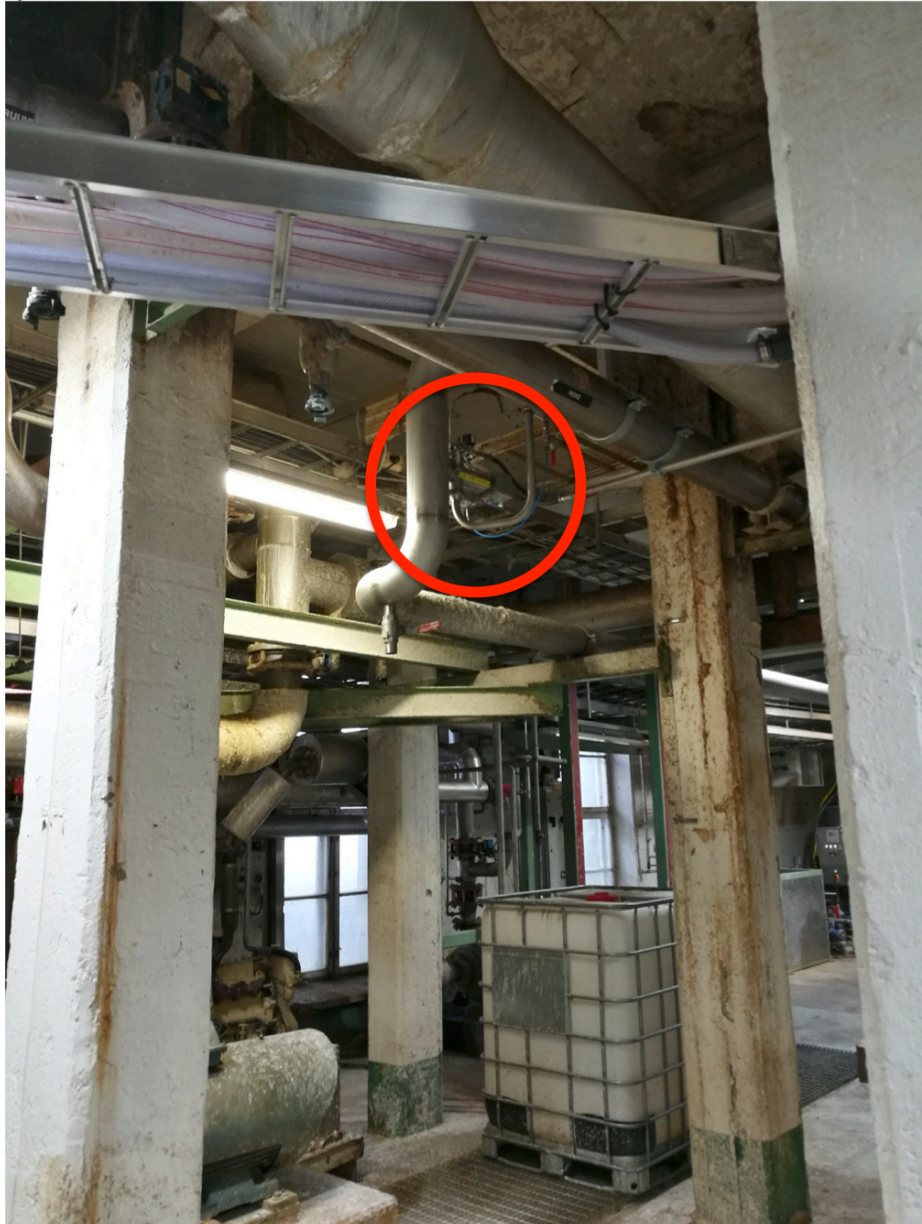
9.11.2016

Hylky 1
Pylvässalissa

Hylky 2
Pylvässalissa (CTMP 2 vieressä)



Hylky 3
Pylvässalissa



CTMP 1

Sumutärkin annostelusäiliö 1 edessä.



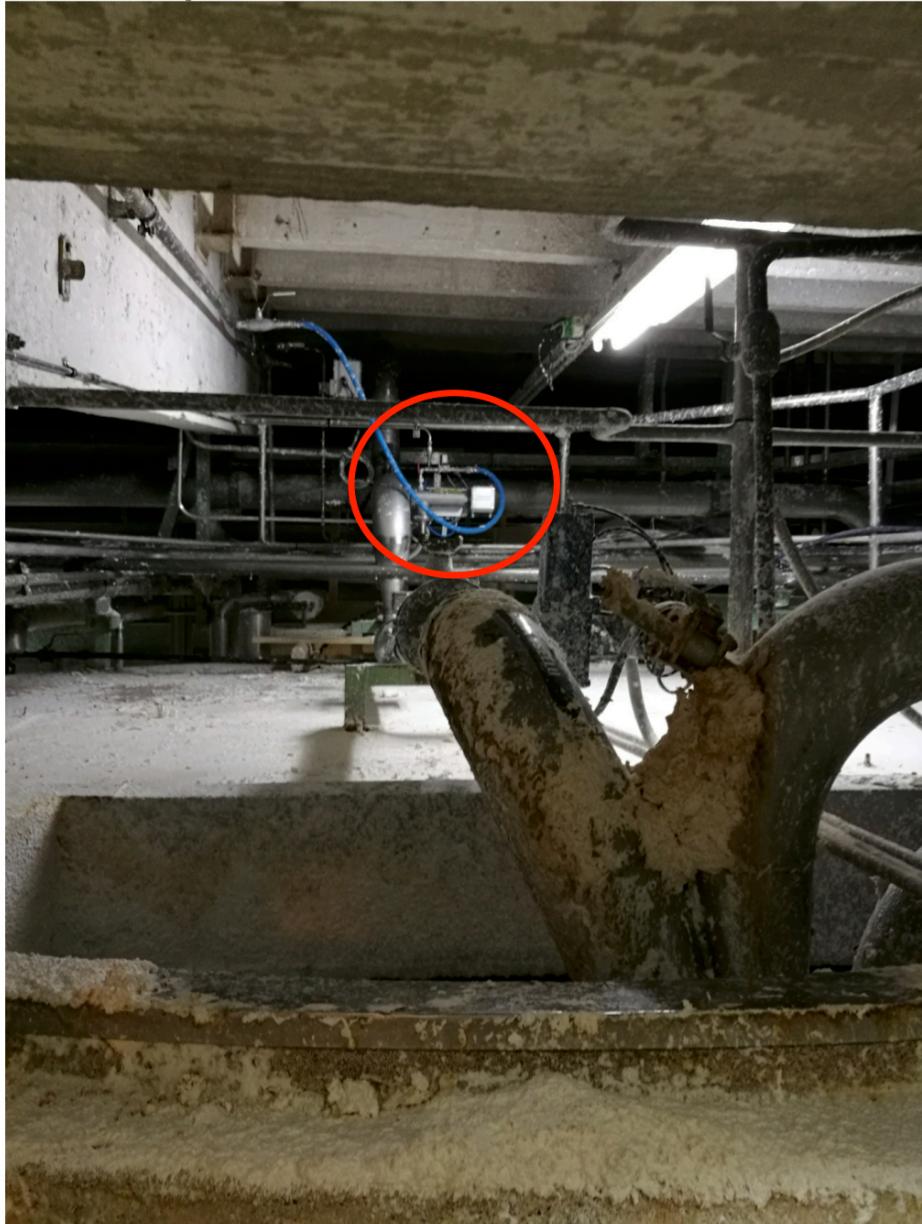
CTMP 2
Pylvässalissa (Hylky 2 vieressä)



Koivu
Selän viirakaivon päällä

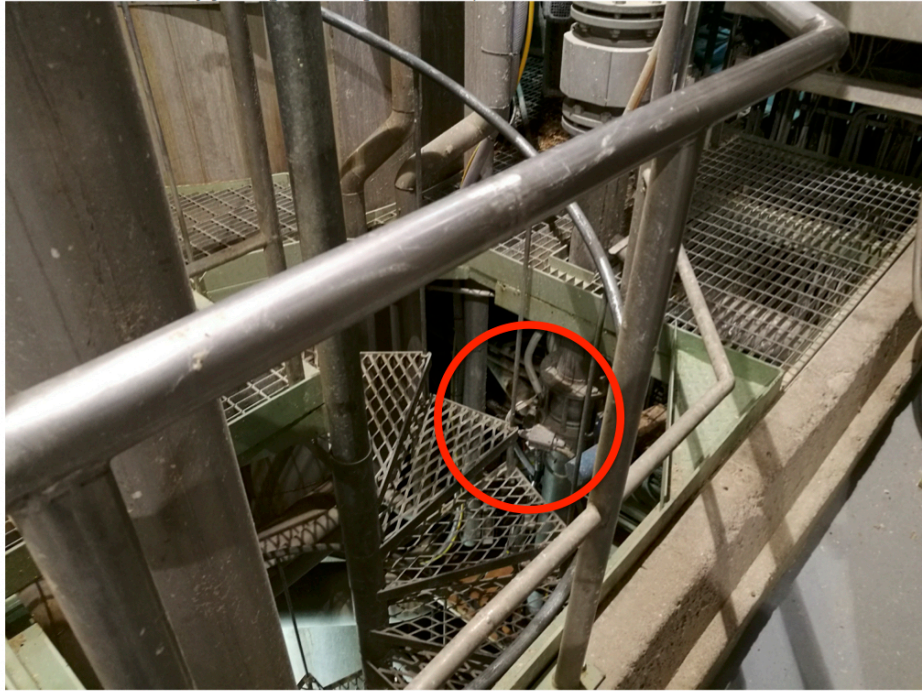


Mänty
Pinnan konesäiliön päällä

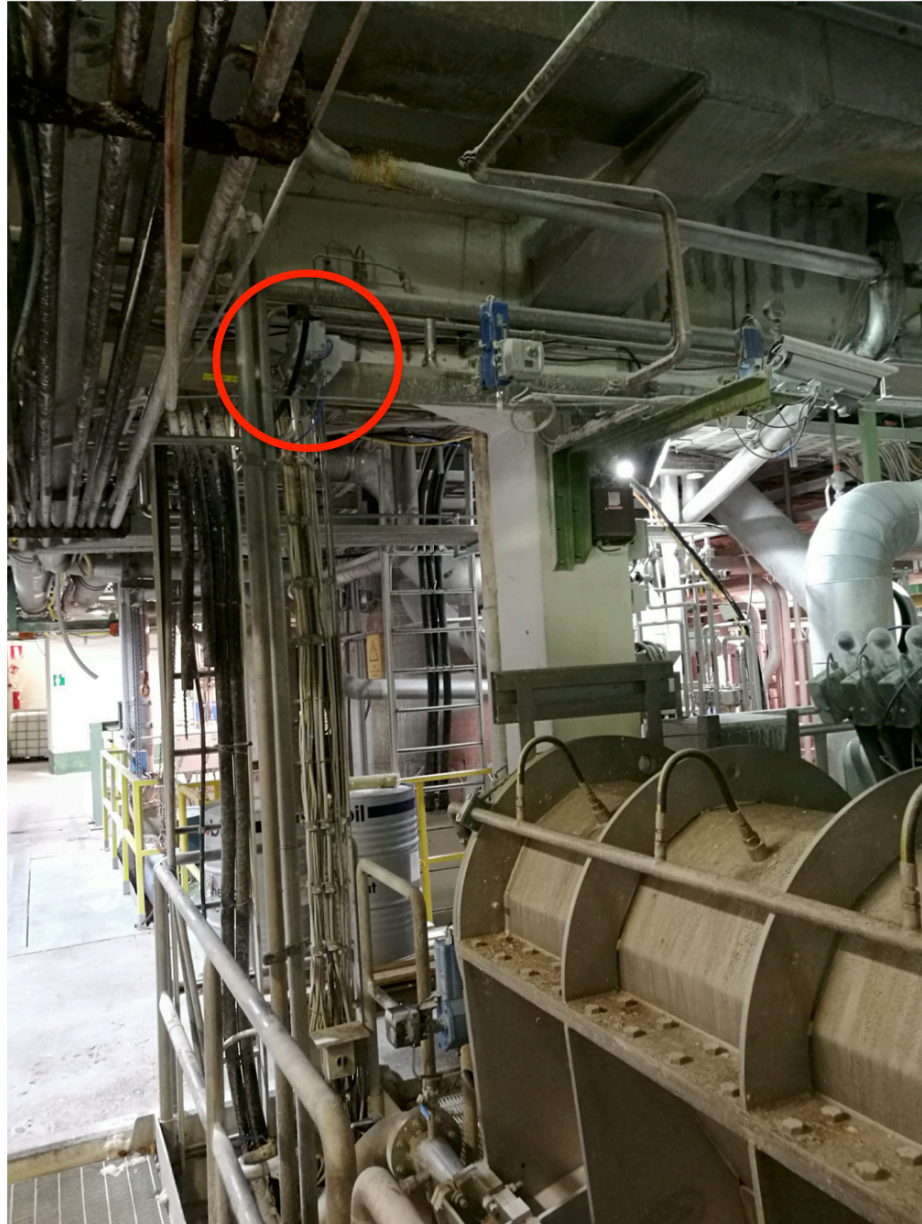


Pinta

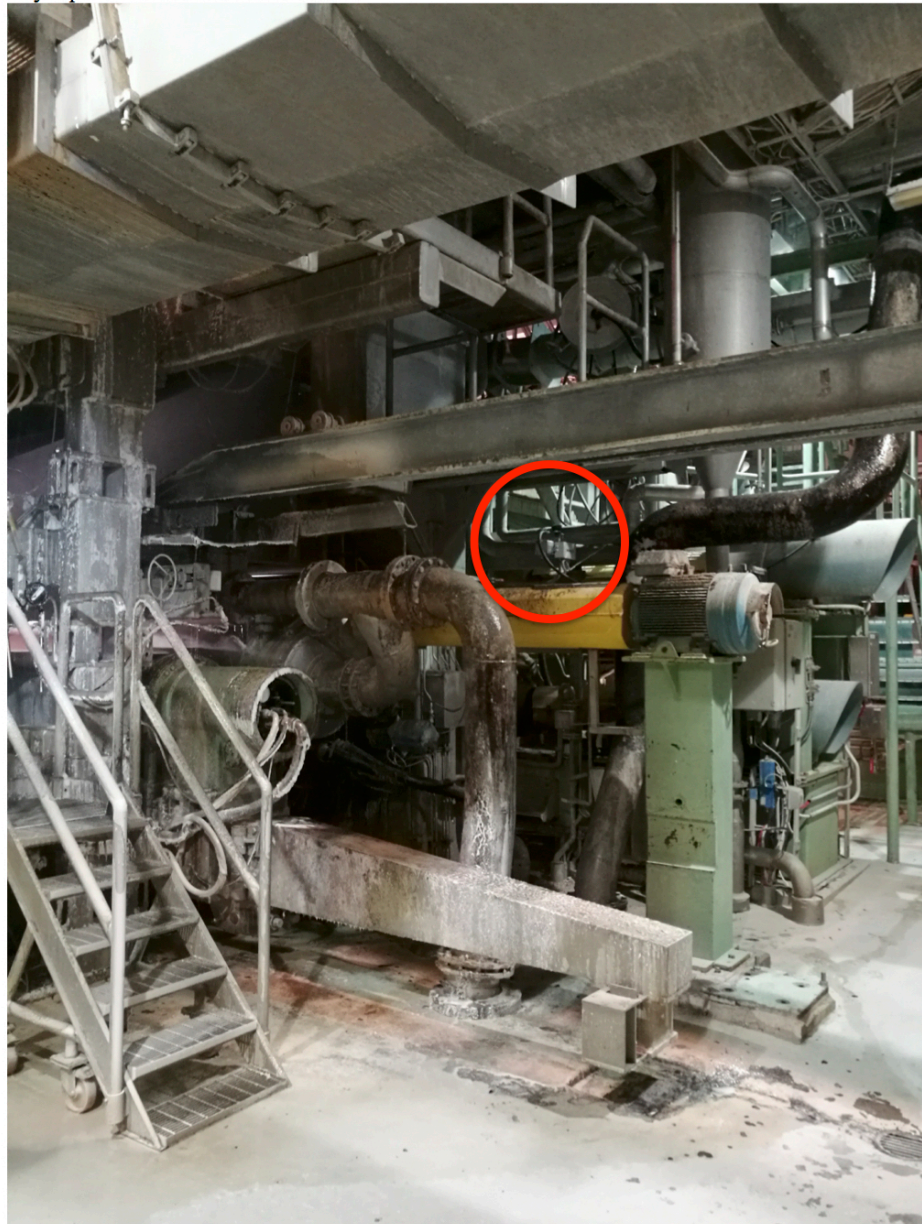
Pinnan viirakaivon kyljessä (portaiden puolivälissä)



Runko
Pinnan perälaatikon yläpuolella



Selkä
Käyttöpuolella 1. Puristimen kohdalla



Liite 3. Näytearkkien kerääminen vaaleuden kalibrointiin

1

Näytearkkien kerääminen vaaleuden kalibrointiin

Pekka Kinnunen

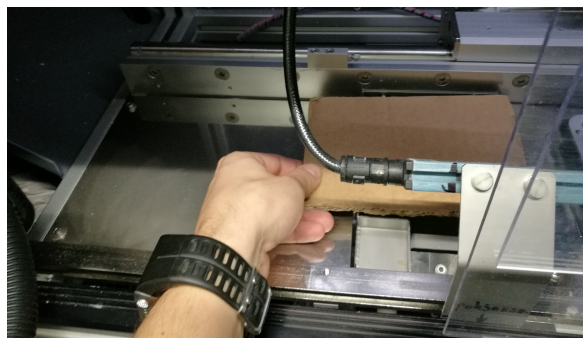
26.4.2017

Odota että Pulp Expert on saanut edellisen näytteen tehtyä ja arkit pulpperoitua.

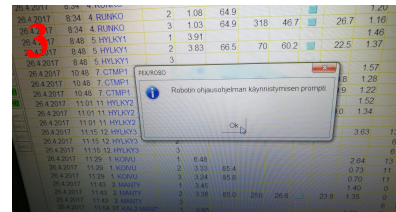
1. Ota pulpperin suun sulkemiseen tarkoitettu pahvin pala Pulp Expertin yläosassa olevasta kaapista.



2. Avaa vasemman puoleinen pleksi ja laita pahvin pala pulpperin suulle jottei näytearkit pääse sinne. (Kun avaat pleksin, Pulp Expertistä katkeaa ilmanpaineet ja se pysähtyy)



3. Sulje pleksi (1) ja kuittaa turvarele (2). Ohjeet turvareleen kuittaamiseen löytyy turvareleen vierestä. Pulp Expertin näytölle tulee ikkuna jossa lukee ”Robotin ohjausohjelman käynnistymisen promptti”. Klikkaa ”Ok”. (3). Tämän jälkeen Pulp Expert uudelleen käynnistyy ja jatkaa näytteen analysointia.



4. Odotetaan että Pulp Expert tekee näytearkit syöttämästäsi näytekannusta. (10-15min)

